ಉಪನ್ಯಾಸ
ಮಾಲೆ

೧೬೧

ಹೊಸ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು

ಶ್ರೀ ಡಿ. ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ,
ಎಂ. ಎಸ್ಸಿ.



ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ

ಜುಲೈ, ೧೯೭೩

ಹೊಸ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ

೧೬೧

ಹೊಸ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು

ಶ್ರೀ ಡಿ. ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ, ಎಂ. ಎಸ್‌ಸಿ.





ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ
ಧಾರವಾಡ
೧೯೭೩

ಪ್ರಕಾಶಕರು :
ಎಸ್. ಎಸ್. ಒಡೆಯರ, ಎಂ. ಎ., ಎಲ್‌ಎಲ್. ಬಿ.
ರಜಿಸ್ಟ್ರಾರ್,
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ

ಪ್ರಥಮ ಮುದ್ರಣ : ಜುಲೈ, ೧೯೭೩

೫೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು

ಬೆಲೆ : **೨೫ ಪೈಸೆ**

ಮುದ್ರಕರು :
ಸದಾನಂದ ಎಸ್. ಪವಾರ
ಸದಾನಂದ ಪ್ರಿಂಟರ್ಸ, ಮಾರ್ಕೆಟ್,
ಧಾರವಾಡ—೧

ಮುನ್ನುಡಿ

*****

ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವ್ಯಾಸಂಗ ವಿಸ್ತರಣ ವಿಭಾಗವು ಗ್ರಾಮಾಂತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ತಿಂಗಳು ಏರ್ಪಡಿಸುತ್ತಿರುವ ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರಗಳು ದಿನೇ ದಿನೇ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗುತ್ತ ಸಾಗಿರುವುದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಸಂತೋಷದ ಸಂಗತಿ. ಈ ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರದ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವುದರಿಂದ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಹಾಗೂ ಕಾಲೇಜುಗಳ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಗೆ ಆಯಾ ಪ್ರದೇಶದ ಜನತೆಯೊಡನೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಪರ್ಕವೊದಗುವ ದಲ್ಲದೆ ಎಂಥ ವಿಷಯವನ್ನಾದರೂ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿ ಹೇಳುವ ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಸುಲಭವಾದ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಳಿಸುವ ಅವಕಾಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಅವರೆಲ್ಲರೂ ಮನಮುಟ್ಟಿ ಸಹಕರಿಸುತ್ತಿರುವುದು ಶ್ಲಾಘನೀಯ.

ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ೧೬೦ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಅವು ಅಚ್ಚಾಗಿ ಹೊರಬಂದೊಡನೆ ಅವುಗಳ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಜನರು ಕೊಂಡು ಓದುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕ ಪುಸ್ತಕಗಳು ನಾಲ್ಕು–ಐದು ಮುದ್ರಣಗಳನ್ನೂ ಕಂಡಿರುವುದು ಈ ಮಾಲೆಯ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯನ್ನೂ ಜನ-ಪ್ರಿಯತೆಯನ್ನೂ ವ್ಯಕ್ತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ನಾಡಿನ ಪ್ರಗತಿಯ ಚಿಹ್ನೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತೇನೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಧನಸಹಾಯ ಆಯೋಗದವರು ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರಗಳಿಗೂ, ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಪ್ರಕಟನೆಗೂ ನೆರವು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದು ಅವರಿಗೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವು ತನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಈ ಸೇವೆಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪ್ರಯೋಜನ ಪಡೆದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನತೆ ನಾಡಿನ ಸರ್ವತೋಮುಖವಾದ ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ,
ಧಾರವಾಡ
೨೩-೬-೧೯೭೩

ಎ. ಎಸ್. ಅಡಕೆ
ಕುಲಪತಿ

ಅರಿಕೆ

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವ್ಯಾಸಂಗವಿಸ್ತರಣ ಶಾಖೆಯವರು ೧೯೭೩ ರ ಮೇ ೧೦ ಹಾಗೂ ೧೧ ರಂದು, ಉತ್ತರ ಕನ್ನಡ ಜಿಲ್ಲೆಯ ಅರಳಿಮುಕ್ಕಿಯಲ್ಲಿ ಏರ್ಪಡಿಸಿದ ಉಪನ್ಯಾಸ ಶಿಬಿರದಲ್ಲಿ " ಹೊಸ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು " ಎಂಬ ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾತನಾಡಿದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಿಕೆ ಆ ಉಪನ್ಯಾಸದ ಲಿಖಿತರೂಪ. ಕಳೆದ ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ, ಹೊಸ ಹೊಸ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ತಿಳಿಯುವಂತೆ ವಿವರಿಸಲು ಯತ್ನಿಸಿದ್ದೇನೆ. ಈ ದೆಸೆಯಲ್ಲಿ ನನಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವನ್ನಿತ್ತ ನನ್ನ ಗುರುಗಳಾದ ಡಾ. ಎಂ. ಆಯ್. ಸವದತ್ತಿಯವರಿಗೂ, ವ್ಯಾಸಂಗ ವಿಸ್ತರಣ ಶಾಖೆಯ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಚೆನ್ನವೀರ ಕಣವಿಯವರಿಗೂ ಹಾಗೂ ಉಪನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಎಸ್. ಬಿ. ನಾಯಕ ಅವರಿಗೂ ನಾನು ಕೃತಜ್ಞ.

ಎಲ್.ವ್ಹಿ.ಡಿ.ಕಾಲೇಜು
ರಾಯಚೂರು
೫-೭-೧೯೭೩

—ಡಿ. ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ

ಅನುಕ್ರಮಣಿಕೆ

೧. ನಕ್ಷತ್ರ ಲೋಕದಲ್ಲಿ

ಬೆಳದಿಂಗಳಿಲ್ಲದ ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ನಿರಭ್ರವಾದ ಆಗಸದೆಡೆಗೆ ಕತ್ತೆತ್ತಿ ನೋಡಿದಾಗ ರಾಶಿ ರಾಶಿಯಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕವಿಯ ಹೃದಯವನ್ನು ಅರಳಿಸುವದರೊಂದಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕುತೂಹಲವನ್ನೂ ಕೆರಳಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಕುತೂಹಲ ಕೆರಳಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ವರೂಪವೇನು ? ಅವಕ್ಕೂ ಹುಟ್ಟು, ಬದುಕು, ಸಾವುಗಳುಂಟೇ ? ಎಂಬ ವಿಷಯವಾಗಿ ವಿಶೇಷ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಯಿಸಿದರು.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿರುವದರಿಂದ, ಅವು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಅವಲೋಕಿಸಿದಾಗ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೈವಿಧ್ಯವಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ತೇಜೋಮಯವಾಗಿ ಬೆಳಗುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಇನ್ನು ಹಲವು ಮಂದವಾಗಿ ಮಿಣುಕುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಶುಭ್ರವರ್ಣದ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಬೀರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ನಸುಗೆಂಪಾಗಿ ತೋರುತ್ತವೆ. ದಕ್ಷಿಣ, ಉತ್ತರ, ಪೂರ್ವ ಮತ್ತು ಪಶ್ಚಿಮಹೀಗೆ ನಾಲ್ಕೂ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಚೆಲ್ಲಾಪಿಲ್ಲಿಯಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನರಿಯಲು, ಅವು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆ

(ಪ್ರಖರತೆ), ಅವುಗಳ ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಗೆ ಬರುವ ದಿಕ್ಕು— ಈ ಮೂರು ಸಂಗತಿಗಳು ಮಾತ್ರ ನಮಗೆ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಎಷ್ಟೇ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಉಪಕರಣವನ್ನುಪ- ಯೋಗಿಸಿದರೂ, ಈ ಮೂರು ಸಂಗತಿಗಳ ಹೊರತಾಗಿ ಮತ್ತೆ ಯಾವ ಮಾಹಿತಿಯೂ ನಮಗೆ ಸಿಕ್ಕಲಾರದು. ಆದರೆ ಅಂತಹ ಉಪಕರಣಗಳು ಈ ಮೂರೂ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ವಿವರವಾಗಿ ಬಿಡಿಸಿ ಹೇಳಬಲ್ಲವು. ಈ ಸಂಗತಿಗಳ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಲೋಕದ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಅವು ನಮ್ಮಿಂದ ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿವೆ. ಈ ದೂರಗಳು ನಮಗೆ ಮನವರಿಕೆಯಾಗಬೇಕಾದರೆ, ನಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದ ನಕ್ಷತ್ರವಾದ ಸೂರ್ಯ, ಇತರ ಗ್ರಹಗಳು ನಮ್ಮಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿವೆಯೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವದವಶ್ಯವಾಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸ ೮೦೦೦ ಮೈಲುಗಳು ಮತ್ತು ಅದರ ಪರಿಘ ೨೫೦೦೦ ಮೈಲುಗಳು. ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ೯ ಕೋಟಿ ೩೦ ಲಕ್ಷ ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾನೆ. ಆಕಾಶಕಾಯ- ಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಭೂಮಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವುದೆಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಉಪಗ್ರಹ ಚಂದ್ರ. ಚಂದ್ರನೂ ನಮ್ಮಿಂದ ೨ ಲಕ್ಷ ೪೦ ಸಾವಿರ ಮೈಲು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾನೆ. ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಒಂಭತ್ತು*

* ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹತ್ತನೆಯ ಗ್ರಹವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಣೆಗಳಿನ್ನೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲ.

ಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತು ಹಾಕುತ್ತವಷ್ಟೇ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ಲುಟೊ ಗ್ರಹವು, ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಗಿಂತ ೪೦ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳೆಲ್ಲ ಸೂರ್ಯರೇ. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ಕೃಶಕಾಯರು, ಕೆಲವರು ಅಜಾನುಬಾಹುಗಳಿದ್ದಂತೆ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಕೆಲವು ದೊಡ್ಡವು ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಚಿಕ್ಕವು ಇರುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಸಹಸ್ರ ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿವೆ. ಸೂರ್ಯನ ತರುವಾಯ ನಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದ ನಕ್ಷತ್ರ ಸೈರಸ್ (Cirus) ನಮ್ಮಿಂದ ಸುಮಾರು ೨೬ ಲಕ್ಷ ಕೋಟಿ ಮೈಲು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಅಂದರೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರದ ಮೂರು ಲಕ್ಷದಷ್ಟು. ಹತ್ತು ಲಕ್ಷ ಕೋಟಿ, ಇಪ್ಪತ್ತು ಲಕ್ಷ ಕೋಟಿ, ಇಂತಹ ಅಂಕಿಗಳು ನಮ್ಮ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹಿಡಿಯುವದಿಲ್ಲ. ಆದಕ್ಕಾಗಿ ಇಂತಹ ದೂರಗಳನ್ನಳೆಯಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೊಸದಾದ ಗಜಕಡಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬೆಳಕು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೮೬,೦೦೦ ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು ದೂರ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಬೆಳಕು ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿದ ದೂರಕ್ಕೆ ಒಂದು “ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ” ವೆಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದು ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಆರು ಲಕ್ಷ ಕೋಟಿ ಮೈಲುಗಳಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಲೆಕ್ಕದ ಮೇರೆಗೆ ನಮಗೆ ಸಮೀಪದ ನಕ್ಷತ್ರವಾದ ಸೈರಸ್‌ನ ದೂರ ಸುಮಾರು ೪.೨೮ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಗೆ ತಲುಪಬೇಕಾದರೆ ೮

ನಿಮಿಷಗಳು ಬೇಕು. ಇದನ್ನೇ ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಎಂಟು ಜ್ಯೋತಿರ್ನಿಮಿಷಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾನೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಅದೂ ಸರಿಯಾದ ಮಾತು. ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾವು ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಈಗಾಗಲೇ ನಮಗೆ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರದ ಕಲ್ಪನೆ ಬಂದಿದೆ. ಸೂರ್ಯನ ವ್ಯಾಸವು ಭೂಮಿಯ ವ್ಯಾಸದ ೧೦೯ ರಷ್ಟು, ಅಥವಾ ಸುಮಾರು ಎಂಟೂವರೆ ಲಕ್ಷ ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು. ಈಗ ಎಂಟುವರೆ ಲಕ್ಷ ಮೈಲು ವ್ಯಾಸದ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುಮಾರು ಒಂದು ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಗೋಳಕ್ಕೆ (ಒಂದು ಕುಂಬಳ ಕಾಯಿಯಷ್ಟು) ಕುಗ್ಗಿಸಿದ್ದೇವೆಂದು ತಿಳಿಯುವಾ. ಇದೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ದೂರಗಳನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸಿದರೆ ಒಂದಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ೧೧೦ ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ⅛ ಅಂಗುಲ ವ್ಯಾಸದ ತುಣುಕು (ಸುಮಾರು ಹೆಸರು ಕಾಳಿನ ಆಕಾರದ್ದು) ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಗೆ ಮೂರುವರೆ ಅಂಗುಲ ದೂರದಲ್ಲಿ ಸಾಸಿವೆ ಕಾಳಿಗಿಂತ ಸಣ್ಣ ಕಾಳೊಂದು ಚಂದ್ರನಾಗುತ್ತದೆ. ಕುಂಬಳ ಕಾಯಿಂದ ಒಂದು ಮೈಲು ದೂರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಹೆಸರು ಕಾಳು ಪ್ಲುಟೋ ಗ್ರಹವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಸುಮಾರು ೩೦೦–೩೫೦ ಮೈಲುಗಳ ವರೆಗೂ ವಿವಿಧ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಧೂಳಿಯ ಕಣಗಳಂತೆ ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿಗೆ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನ ರಾಜ್ಯದ ಎಲ್ಲೆ ಮುಗಿಯಿತೆಂದು ಹೇಳ

ಬಹುದು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಸುಮಾರು ೫,೦೦೦ ಮೈಲುಗಳ ವರೆಗೂ ಶೂನ್ಯ ಆಕಾಶ, ಅನಂತರ ಇನ್ನೊಂದು ಒಂದಡಿ ಅಥವಾ ಅರ್ಧ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸಗೋಳವು ಮತ್ತೊಂದು ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸರಾಸರಿ ಎಂಟು ಹತ್ತು ಸಾವಿರ ಮೈಲುಗಳಿಗೊಂದು ಸಣ್ಣ ದೊಡ್ಡ ಕುಂಬಳಕಾಯಿಗಳ ಗಾತ್ರದ ಗೋಳಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡರೆ, ಅದು ಸುಮಾರಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರ ಮಂಡಲದ ಸ್ಥೂಲ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತ ಗಾತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ನಾವು ನಿಜವಾದ ಪಾತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ, ಸೂರ್ಯನ ರಾಜ್ಯವು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುಮಾರು ½ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷದಷ್ಟು ದೂರದವರೆಗೆ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಆಗಸದ ವಿವಿಧ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ೮–೧೦ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದೊಂದರಂತೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿವೆ. ಆದರೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವಿತರಣೆ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವದಿಲ್ಲ. ನಕ್ಷತ್ರ ಲೋಕವು ಗೋಳಾಕಾರವಾಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಮತ್ತು ನಾವು ಅದರ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಇದ್ದಿದ್ದರೆ, ಎಲ್ಲ ತಿಂಗಳುಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ರಾತ್ರಿಯ ಆಕಾಶವು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಒಂದೇ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ನಮಗೆ ತೋರಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ನಕ್ಷತ್ರ ಲೋಕವು ಗೋಳಾಕಾರವಾಗಿರದೆ ಇಡ್ಲಿಯ ಆಕಾರದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಇಡ್ಲಿಯ ಕೇಂದ್ರತಲವೇ ನಮಗೆ ಕ್ಷೀರ ಪಥ (Milky way)

ವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ಷೀರ ಪಥದ ವ್ಯಾಸವು ಸುಮಾರು ಒಂದು ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳು. ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇದರ ದಪ್ಪ ಸುಮಾರು ೧೦,೦೦೦ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳು. ಕ್ಷೀರ ಪಥದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಸುಮಾರು ೩೦,೦೦೦ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನಿದ್ದಾನೆ. ಕ್ಷೀರ ಪಥವೊಂದರಲ್ಲಿಯೇ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನಂತಹ ಕೋಟ್ಯಾನುಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿವೆ ಯೆಂಬುದು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ವಿಷಯ. ಕ್ಷೀರ ಪಥದಂತಹ ಎಷ್ಟೋ ನಕ್ಷತ್ರ ಮಂಡಲಗಳು ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿವೆ. ನಕ್ಷತ್ರ ಮಂಡಲ ದಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕೆಲವೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಒತ್ತಾಗಿಯೂ ಕೆಲವೊಂದು ಕಡೆಗೆ ವಿರಳವಾಗಿಯೂ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಒತ್ತಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುವ ಭಾಗಗಳನ್ನು 'ನಕ್ಷತ್ರ ಗುಚ್ಛ' ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ನಕ್ಷತ್ರಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೇ ಅನೇಕ ನಕ್ಷತ್ರ ಗುಚ್ಛಗಳಿವೆ. ಕೃತ್ತಿಕೆಯು ಇಂಥ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರಗುಚ್ಛ. ಬರಿಗಣ್ಣಿಗೆ ಈ ಗುಚ್ಛದಲ್ಲಿ ಆರು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕಂಡರೂ ಇದು ಸುಮಾರು ೫೦೦ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಗುಂಪು. ಅನೇಕ ನಕ್ಷತ್ರ ಮಂಡಲಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಿಶ್ವದ ವ್ಯಾಸವು ಆರು ಸಹಸ್ರ ಬಿಲಿಯನ್ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳೆಂದು (೧ ಬಿಲಿಯನ್= ೧,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦,) ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಂದಾಜುಮಾಡಿ ದ್ದಾರೆ.

೨. ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ವರೂಪ

ಆಗಸದಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ವಿವಿಧ ಕಾಂತಿಗಳಿಂದ ಬೆಳಗುತ್ತಿರುವವಷ್ಟೆ. ಖಗೋಲ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಕಾಂತಿಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಆರು ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವರ್ಗಗಳನ್ನು ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕ(Magnitude) ಗಳೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಉದಾ-ಹರಣೆಗೆ ರೋಹಿಣಿ ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಪ್ರಥಮ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ-ರುವ ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕೆ ಮಾದರಿಯಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಪ್ರಥಮ ಅಥವಾ ಒಂದನೇ ಕಾಂತಿವರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಾಂತಿಯ $\frac{೨}{೫}$ ಕಾಂತಿಯಿರುವ (ಪ್ರತಿಶತ ೪೦ ರಷ್ಟು) ನಕ್ಷತ್ರ-ವನ್ನು ದ್ವಿತೀಯ ಕಾಂತಿವರ್ಗದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ದ್ವಿತೀಯ ವರ್ಗದ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಾಂತಿಯ $\frac{೨}{೫}$ ಕಾಂತಿಯಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕ ೩. ಆದ್ದರಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಾಂತಿಯು $\frac{೨}{೫}$ ದಷ್ಟು ಇಳಿದಾಗ ಅದರ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕವು ಒಂದು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಆರನೆಯ ಕಾಂತಿವರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷ-ತ್ರದ ಕಾಂತಿಯು ಪ್ರಥಮ ವರ್ಗದ್ದರ $\frac{೨}{೫} \times \frac{೨}{೫} \times \frac{೨}{೫} \times \frac{೨}{೫} \times \frac{೨}{೫} = \frac{೧}{೧೦೦}$ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ನಕ್ಷತ್ರವು ಕ್ಷೀಣ ಕಾಂತಿಯದಾಗಿ ತೋರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಥಮ

ಕಾಂತಿ ವರ್ಗದ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಾಂತಿಗಿಂತ ೩ ಪಟ್ಟು ಕಾಂತಿಯ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕ ಶೂನ್ಯ (೦) ವಾಗುತ್ತದೆ. ಶೂನ್ಯ ವರ್ಗಾಂಕದ ನಕ್ಷತ್ರದ ಎರಡೂವರೆಯಷ್ಟು (೩) ಕಾಂತಿಯ ತಾರೆಯ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕ—೧. ಹೀಗೆ ಶೂನ್ಯ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಅಧಿಕ ಕಾಂತಿ ಯುಳ್ಳವಾಗಿ ಕಾಣುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಋಣಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕ ಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕ-೨೬.೭.

ಭೂಮಿಯಿಂದ ನಾವು ನೋಡುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೆಲ್ಲ ಒಂದೇ ದೂರದಲ್ಲಿರವೆ ಅವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಂತರದಲ್ಲಿವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಾವು ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ಅವುಗಳ ಕಾಂತಿಯು, ನಿಜವಾದ ಕಾಂತಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಾಂತಿಯು ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದರೂ, ಸಮೀಪದ ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಅದು ಕ್ಷೀಣ ಪ್ರಕಾಶದ್ದಾಗಿ ತೋರಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಕಾರು ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಹೆಡ್‌ಲೈಟುಗಳು ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನಕ್ಕಿಂತ ಕ್ಷೀಣವಾಗಿ ತೋರುವದಿಲ್ಲವೆ? ಮೇಲಿನ ಪರಿಚ್ಛೇದದಲ್ಲಿ ನಾವು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ತೋರಿಕೆಯ ಕಾಂತಿಯನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತೇವೆಯೇ ವಿನಃ ನಿಜವಾದ ಕಾಂತಿಯನ್ನಲ್ಲ. ಆ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕವನ್ನು ತೋರಿಕೆಯ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕ ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಎರಡು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನೈಜ ಕಾಂತಿಯನ್ನು ನಾವು ತುಲನೆಮಾಡಬೇಕಾದರೆ, ಆ ಎರಡೂ

ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಎರಡು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನೈಜಕಾಂತಿಯನ್ನು ನಾವು ತುಲನೆಮಾಡಬೇಕಾದರೆ, ಆ ಎರಡೂ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ನಮ್ಮಿಂದ ಒಂದೇ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಯಾವ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶಿಸುತ್ತಿದ್ದವೆಂಬುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಿಂದ ಕಂಡು ಹಿಡಿದು ತುಲನೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ತತ್ವವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಯಾವುದೇ ಆಕಾಶಕಾಯವು ಅದು ನಮ್ಮಿಂದ ೩೨.೬ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಯಾವ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕದ್ದಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತಿತ್ತೊ ಅದನ್ನು ಆ ಕಾಯದ ನಿರಪೇಕ್ಷ (Absolute) ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ತೋರಿಕೆಯ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕ—೨೬.೭ ಇದ್ದರೆ, ನಿರಪೇಕ್ಷ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕ ೪.೭ ಇರುತ್ತದೆ.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವರ್ಣಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿಯೂ ಅವುಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಖಗೋಲ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ರೋಹಿತವನ್ನು (Spectrum) ಪಡೆದುಕೊಂಡು ಅವುಗಳ ವರ್ಣವರ್ಗೀಕರಣವನ್ನು ಬರಿಯಗಣ್ಣಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ರೋಹಿತವನ್ನು ಭ್ಯಸಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಶ್ವೇತ ನೀಲ, ಶ್ವೇತ (ಶುಭ್ರ), ಹಸಿರು; ಹಳದಿ, ಕಿತ್ತಳೆ, ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ನಸುಗೆಂಪು ವರ್ಣದವುಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸುವದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಒಂದೊಂದು ವರ್ಣದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನೂ ಹತ್ತು ಉಪವರ್ಣಗಳಲ್ಲೊಂದಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಶ್ವೇತ ನೀಲ ಮತ್ತು ಶ್ವೇತ ನಕ್ಷತ್ರ-ಗಳು ಅಧಿಕ ನೈಜಕಾಂತಿಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು. ಹಸಿರು ಮತ್ತು

ಹಳದಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮಧ್ಯಮ ಕಾಂತಿಯವು; ಕಿತ್ತಳೆ, ಕೆಂಪು ವರ್ಣದವೆಲ್ಲ ಕ್ಷೀಣ ಕಾಂತಿಯವು. ಹೀಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವರ್ಣಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಅವುಗಳ ಕಾಂತಿಯು ನಿರ್ಧರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ತತ್ವವನ್ನು ರಸೆಲ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲಿಗೆ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ರಸೆಲ್ಲನ ವರ್ಣಕಾಂತಿ ನಿಯಮವೆಂದೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ನಿಯಮವು ಸುಮಾರು ೧೦೦ ಕ್ಕೆ ೯೫ ರಷ್ಟು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಶ್ವೇತನೀಲ ಹಾಗೂ ಶ್ವೇತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಅತ್ಯಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯುಳ್ಳವು. ಅಂದರೆ ಅವುಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯು ೩೫೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಿಂದ ೮೦೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡುಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಹಳದಿ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ವರ್ಣದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಉಷ್ಣತೆ ೫೦೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಿಂದ ೮೦೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡುಗಳ ವರೆಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಿತ್ತಳೆ, ಕೆಂಪು ವರ್ಣದವು ಕಡಿಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯವು. ಇವು ೧೮೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಿಂದ ೫೦೭೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡುಗಳ ವರೆಗಿನ ಉಷ್ಣತೆಯುಳ್ಳವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಶೇಷವೂ ಇದೆ. ಅಧಿಕ ಕಾಂತಿಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೆಲ್ಲ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡವು. ಮಧ್ಯಮ ಕಾಂತಿಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಮಧ್ಯಮವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಂಪು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಚಿಕ್ಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಭಾರವೆಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು) ಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದಾಗ, ನೂರಕ್ಕೆ ತೊಂಭತ್ತರಷ್ಟು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು, ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ

೧/೩ ದಿಂದ ೨ ರೊಳಗೆಯೇ ಇರುವದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಕ್ವಚಿತ್ತಾಗಿ ಸೂರ್ಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಹದಿನೈದು ಇಪ್ಪತ್ತು ಪಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಕಂಡು ಬಂದಿವೆ. ಆದರೆ ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅರವತ್ತೈದು ಪಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ನಕ್ಷತ್ರ ಒಂದೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಲ್ಲಿ ಎಡಿಂಗ್ಟನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನಿಯಮ ವೊಂದನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಆ ನಿಯಮವನ್ನು ದ್ರವರಾಶಿ ಕಾಂತಿ ನಿಯಮವೆಂದೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅವನು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯ-ರಾಶಿಯು ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತ ಹೋದಂತೆ, ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಭೌತಿಕ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಾಗುವ ಮಾರ್ಪಾಟನ್ನು ಗಣೀತ ರೀತ್ಯಾ ನಿರ್ಧರಿಸಿದನು. ಅವನ ನಿಯಮದ ಮೇರೆಗೆ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಆಕಾಶಕಾಯದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ೧/೪ ದಷ್ಟಾದಾಗ ಅದು ನಸುಗೆಂಪು ವರ್ಣದ ಕಾಂತಿಯಿಂದ ಹೊಳೆಯುವ ಸ್ವಯಂ ಪ್ರಕಾಶದ ನಕ್ಷತ್ರವಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅದರ ಕಾಂತಿಯೂ ಕೂಡ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ೫೦ ರಷ್ಟಾದಾಗ ಆ ನಕ್ಷತ್ರವು ಸಮತೋಲನೆಯನ್ನು ಕಾಯ್ದು ಕೊಳ್ಳದೆ ಸಿಡಿದು ಚೂರು ಚೂರಾಗುತ್ತದೆಂದು ಅವನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ನಕ್ಷತ್ರಗಳೆಲ್ಲ ಅವನ ವಾದವು ಸರಿಯೆಂದೇ ಹೇಳುತ್ತವೆ.

ಈಗಾಗಲೇ ಚರ್ಚಿಸಿದಂತೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಕಾಂತಿಯು ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರವೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಬೇಕಷ್ಟೆ.

ನಸುಗೆಂಪು ವರ್ಣದ ನಕ್ಷತ್ರದ ಉಷ್ಣತೆ ಸುಮಾರು ೧೪೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡುಗಳಾದರೆ ಶ್ವೇತನೀಲ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಉಷ್ಣತೆ ೩೦,೦೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡುಗಳು. ಯಾವುದೇ ಕಾಯದ ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಅದು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಶ್ವೇತನೀಲ ನಕ್ಷತ್ರದಮೇಲ್ಮೈಯ ಪ್ರತಿ ಚದರು ಅಡಿಯಿಂದ, ನಸುಗೆಂಪು ನಕ್ಷತ್ರದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಪ್ರತಿಚದರು ಅಡಿಯಿಂದ ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಮೂರು ಲಕ್ಷಪಾಲು ಬೆಳಕು ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಶ್ವೇತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನೈಜಕಾಂತಿಯು ಕೆಂಪು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದರೂ, ಅವು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಬಹಳ ದೊಡ್ಡವಾಗಿರಲೇಬೇಕೆಂದು ಅನ್ನಿಸುವ ದಿಲ್ಲ. ವರ್ಣ–ಕಾಂತಿ ನಿಯಮವು ಸುಮಾರು ನೂರಕ್ಕೆ ತೊಂಬತ್ತೈದು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆಂದು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಉಳಿದ ೫ ರಷ್ಟು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವರ್ಗ ಗಳಿವೆ. ಒಂದನೆಯ ವರ್ಗದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕೆಂಪು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು. ಆದರೆ ಇವು ತಮ್ಮ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ಕ್ಷೀಣಕಾಂತಿಯ ವಲ್ಲ. ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿವೆ. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಕೆಂಪು ನಕ್ಷತ್ರವು ಪ್ರತಿ ಚದರಡಿಗೆ ಶ್ವೇತ ನಕ್ಷತ್ರವು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಮೂರು ಲಕ್ಷದಲ್ಲೊಂದಂಶ ಬೆಳಕನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಬಲ್ಲದು. ಆದರೂ ಇದು ಒಟ್ಟು ಶ್ವೇತ ನಕ್ಷತ್ರದಷ್ಟು ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಇದರ ಗಾತ್ರವು ಅಧಿಕವಾಗಿರಲೇಬೇಕಲ್ಲವೆ ? ಇಂತಹ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು

ಕೆಂಪು ದೈತ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರ (Red Giant) ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಆದ್ರಾರ್ ನಕ್ಷತ್ರವು ಇದಕ್ಕೊಂದು ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆ. ಇದು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಎರಡೂವರೆ ಕೋಟಿಯಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದೆ. ಇನ್ನು ಎರಡನೆಯ ವರ್ಗದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಶ್ವೇತನಕ್ಷತ್ರಗಳು. ಇವುಗಳ ಉಷ್ಣತೆ ಅತ್ಯಧಿಕ. ವರ್ಣ ಕಾಂತಿ ನಿಯಮದಂತೆ ಇವುಗಳ ಕಾಂತಿ ಅಧಿಕವಾಗಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಇವು ಈ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಕ್ಷೀಣಕಾಂತಿಯ-ವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದಮೇಲೆ ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರಬೇಕು. ಸೈರಸ್ ನಕ್ಷತ್ರದ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರವಿದೆ. ಇದರ ಕಾಂತಿ ಸೂರ್ಯನ ೧/೪೦೦ ದಷ್ಟು. ಫಾನ್-ಮೆನಾನ್ ನಕ್ಷತ್ರವೆಂಬ ಹೆಸರಿನ ಇನ್ನೊಂದು ನಕ್ಷತ್ರವಿದೆ. ಇದರ ಕಾಂತಿಯು ಸೂರ್ಯಕಾಂತಿಯ ೭೦೦೦ ದಲ್ಲೊಂದಂಶ. ಇದರ ಗಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರದಷ್ಟು. ಆದರೆ ಇದರ ಭಾರ ಭೂಮಿಯ ಭಾರದ ಹತ್ತು ಲಕ್ಷದಷ್ಟು. ಇಂತಹ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ (White dwarf) ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳ ಕಾಂತಿಯು ತೀರ ಕಡಿಮೆಯಾದುದರಿಂದ ಇವು ಬರಿಗಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುವದಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ದೂರದರ್ಶಕವೇ ಬೇಕು.

೩. ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕ

ಬರಿಗಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕ (Optical Telescope) ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿಕೊಂಡರು. ನಂತರದಲ್ಲಿ ಈ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸುಧಾರಣೆಗಳಾದವು. ಇಂದು ಅತ್ಯಂತ ದಕ್ಷ ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ಎರಡು ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುವದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಮೀರಿ ಹೊರಗಡೆಯಿದ್ದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ವಿಷಯವನ್ನರಿ-ಯಲು ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಚಿಂತಿತರಾಗಿದ್ದಾಗ, ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಯಿತು. ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸೃಷ್ಟಿ ಕೇವಲ ಆಕಸ್ಮಿಕ.

ರೇಡಿಯೋದ ಸ್ವಿಚ್ಚನ್ನು ಹಾಕಿದೊಡನೆಯೇ ಹಿಸ್ss.. ಎಂಬ ಸದ್ದು ಬರುವದನ್ನು ನಾವು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ಯಾವುದೇ ನಿಶ್ಚಿತವಾದ ಪ್ರಸಾರ ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೆ ರೇಡಿಯೋವನ್ನು ಶೃತಿಗೊಳಿಸಿರದಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಸದ್ದೇಕೆ ಬರುತ್ತದೆ ? ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿರುವ ತಾಂತ್ರಿಕ ದೋಷ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಿರಬಹುದೆ ? ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಸಂದೇಹ

ಬಂದಿತು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅವರು ರೇಡಿಯೋದ ಆಂತರಿಕ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿದರು. ಆದರೂ ಕೂಡ ಈ ಸದ್ದು ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿತು. ಆಗ ಅಮೇರಿಕದ ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಕಂಪನಿಯವರು, ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಹೊಣೆಯನ್ನು ಜಾನ್‌ಸ್ಕಿ ಎಂಬ ತರುಣ ಎಂಜನೀಯರನಿಗೆ ಒಪ್ಪಿಸಿದರು. ಜಾನ್‌ಸ್ಕಿಯು ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ಲೋಹದ ತಂತಿಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರಿಂದ ಆಯತಾಕಾರದ ಐದು ಚೌಕಟ್ಟು ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಅವುಗಳನ್ನು ಬಯಲು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಾಲಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದನು. ಮತ್ತೆ ನಾಲ್ಕು ಇಂತಹವೇ ಚೌಕಟ್ಟು-ಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಹಿಂದೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿದನು. ಈ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳು ಆಗಸದಲ್ಲಾದ ಸದ್ದು-ಗದ್ದಲಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತಿದ್ದವು. ಅವು ಗ್ರಹಿಸುವ ಸದ್ದು-ಗದ್ದಲಗಳನ್ನು ದಾಖಲೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳು ವಂತೆ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಲಾಗಿದ್ದಿತು. ಇಡೀ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಆಗಸದ ಬೇಕಾದ ಭಾಗದೆಡೆಗೆ ತಿರುಗಿ ಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದಿತು. ಇದು ಜಾನ್‌ಸ್ಕಿ ರಚಿಸಿದ ಪ್ರಥಮ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸ್ಥೂಲ ಚಿತ್ರಣ. ಅವನು ಸತತ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ವರೆಗೆ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಯಿಸಿ ಅವುಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ, ನಾವು ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ಕೇಳುವ ಸದ್ದು ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿರುವ ದೋಷದ ಕಾರಣದಿಂದಲ್ಲ ಮತ್ತು ಅದು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುವ ಸದ್ದು-ಗದ್ದಲಗಳಿಂದಲೂ ಅಲ್ಲ. ಅದು ಕ್ಷೀರಪಥದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸಮೂಹಗಾನ

ವೆಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದನು. ಹೀಗೆ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯ ಪರಿಹಾರಕ್ಕೋಸ್ಕರ ನಡೆಯಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆ ರೇಡಿಯೋ ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರವೆಂಬ ಹೊಸ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೇ ನಿರ್ಮಿಸಿತು. ೧೯೩೧ ರಲ್ಲಿ ಜಾನ್‌ಸ್ಕಿ ರಚಿಸಿದ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಸಾಕಷ್ಟು ಸುಧಾರಣೆ ಗಳಾಗಿವೆ. ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ಅನೇಕ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕ ಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಯಾಗಿದೆ. ಭಾರತವೂ ಈ ದೆಸೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಂದುಳಿ ದಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಈ ದೂರ ದರ್ಶಕವು ಉದಕಮಂಡಲದಲ್ಲಿದೆ.

ಉದಕಮಂಡಲದ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕವು ಸಂಪೂರ್ಣ ವಾಗಿ ಭಾರತೀಯರಿಂದಲೇ ಕಟ್ಟಲ್ಪಟ್ಟದ್ದು. ಸಮುದ್ರಪಾತಳಿ ಯಿಂದ ೨೨೦೦ ಮೀಟರುಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರವಿದ್ದು, ದಕ್ಷಿಣೋತ್ತರ ವಾಗಿ ಹಬ್ಬಿರುವ ಒಂದು ಗುಡ್ಡದ ಇಳಿಜಾರಿನ ಮೇಲೆ ಇದನ್ನು ಕಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಸಮಾನಾಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಇಪ್ಪತ್ನಾಲ್ಕು ಉಕ್ಕಿನ ಗೋಪುರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಮೇಲೂ ಒಂದೊಂದು ಪರವಲಯಾಕಾರದ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಕೂಡ್ರಿಸ- ಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚೌಕಟ್ಟು ಮೂವತ್ತು ಮೀಟರ ಉದ್ದವಿದೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧಿಸಿ ದ್ದಾರೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾದ ಸ್ಟೇನಲೆಸ್ ಸ್ಟೀಲಿನ ತಂತಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೧೦೦. ಒಂದು ಗೋಪುರದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಇಪ್ಪತ್ಮೂರು ಮೀಟರ ದೂರ

ವಿರುವದರಿಂದ ಒಟ್ಟು ದೂರದರ್ಶಕದ ಉದ್ದ ೫೩೦ ಮೀಟರುಗಳಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ೫೩೦ ಮೀಟರ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ೩೦ ಮೀಟರ ಅಗಲವಾದ ತಂತಿಯ ಬಲೆಯನ್ನು ಹರಡಿದಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅನುಕೂಲಗಳಿರುವದರಿಂದ ಇದು ಸದ್ಯ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿಯೇ ಅತ್ಯಂತ ದಕ್ಷ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕವೆಂದು ಹೆಸರು ಪಡೆದಿದೆ.

ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ನೋಡುವದು ಹೇಗೆ ? ಎಂಬ ಕುತೂಹಲವುಂಟಾಗುವದು ಸಹಜ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ 'ನೋಡು' ಎಂಬ ಶಬ್ದಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಅರ್ಥವನ್ನು ಕೊಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಲು ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವಾ. ದಟ್ಟವಾದ ಗಿಡಗಂಟಿಗಳಿಂದಾವೃತವಾದ ಸರೋವರವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿ ಅದರಲ್ಲಿ ನಾವೆಯೊಂದು ಚಲಿಸುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸುವಾ. ದಡದಲ್ಲಿ ನಿಂತವರಿಗೆ ಈ ನಾವೆಯು ಕಾಣಿಸುವದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ನಾವೆಯ ಚಲನೆಯಿಂದ ನೀರಿನಲ್ಲುಂಟಾದ ತೆರೆಗಳು ದಡವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಈ ತೆರೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸದಿಂದ ನಾವೆಯ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ, ನಾವೆ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ಕಾಣಿಸದಿದ್ದರೂ ಅದನ್ನು ನೋಡಿದಂತೆಯೇ ಅಲ್ಲವೇ ? ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದಲ್ಲಿಯೂ ಇದೇ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಿರುತ್ತದೆ. ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ರೇಡಿಯೋ ಆಕರಗಳಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವು

ಕಳುಹಿಸುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ದೂರ ದರ್ಶಕವು ಗ್ರಹಿಸಿ ಆ ಆಕರದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆ ನೀಡುತ್ತದೆ. ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಷ್ಟು ದೂರ ದಲ್ಲಿದ್ದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ಒಂದು ಸಹಸ್ರ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೂರದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಆಗಸದ ಆಳದಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಇಣಿಕಿನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯಮಾಡಿಕೊಟ್ಟ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸೃಷ್ಟಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು 'ಮಹಾ ಮುನ್ನೆಗೆತ' ವೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯೇನಲ್ಲ.

೪. ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು

ಕ್ವಾಸಾರುಗಳೆಂದರೇನು ?

ಕೇಂಬ್ರಿಜ್‌ನ ಖಗೋಲ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ದಕ್ಷ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ಆಗಸದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಅನೇಕ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಅವರು ಗುರುತಿಸಿದರು. ಹಾಗೂ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಈ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಅವರು ರೇಡಿಯೋ ಆಕರಗಳೆಂದು ಕರೆದರು. ರೇಡಿಯೋ ಆಕರಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ದೊರಕಿಸಿ ಆ ವಿವರಣೆಯನ್ನೆಲ್ಲ ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಅವುಗಳ ಕ್ಯಾಟ-ಲಾಗನ್ನು (Catalogue) ಕೇಂಬ್ರಿಜ್‌ನ ಖಗೋಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದರು. ೧೯೬೦ ರ ಸುಮಾರಿಗೆ ಸುಮಾರು ನೂರಾರು ರೇಡಿಯೋ ಆಕರಗಳು ಈ ಕ್ಯಾಟಲಾಗಿನಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿದ್ದವು. ಅವು ಆಗಸದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರದೆ ಕೆಲವೆಡೆ ಗುಂಪು ಗುಂಪಾಗಿರುವದು ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಆ ಗುಂಪುಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ತಾರಾಮಂಡಲ

(Radio Galaxy) ಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ಅದೇ ವರ್ಷ ಅಂದರೆ ೧೯೬೦ ರಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂಬ್ರಿಜ್‌ನ ಖಗೋಲ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಾದ ಥಾಮಸ್ ಮ್ಯಾಥ್ಯೂ ಹಾಗೂ ಅಲೆನ್ ಸ್ಯಾಂಡೇಜ ಅವರು ರೇಡಿಯೋ ತಾರಾಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯ ಆಕರ ವೊಂದರ ಛಾಯಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿ ಯಾದರು. ಅದು ತೀರ ಕ್ಷೀಣ ಪ್ರಕಾಶವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿತ್ತಲ್ಲದೆ ನೇರಳಾತೀತ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿದ್ದುದು ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ನಕ್ಷತ್ರಗಳಂತೆ ಬೆಳಕನ್ನೂ ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿದ್ದ ಈ ರೇಡಿಯೋ ಆಕರವನ್ನು " Quasi-Stellar Radio Source " ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ಆಂಗ್ಲ ಭಾಷೆಯ ಈ ಪದಸಮುಚ್ಚಯದ ಪ್ರಥಮಾಕ್ಷರಗಳನ್ನಾಯ್ದು ರಚಿಸ ಲಾದ ಹ್ರಸ್ವರೂಪವೇ ಕ್ವಾಸಾರ (Quasar). ಭಾಗಶಃ ನಕ್ಷತ್ರಕಾಯ ಎಂದು ಇದರರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲೆನ್ ಸ್ಯಾಂಡೇಜ ಮತ್ತು ಥಾಮಸ್ ಮ್ಯಾಥ್ಯೂ ಗುರುತಿಸಿದ ಈ ಪ್ರಥಮ ಕ್ವಾಸಾರು, ಕೇಂಬ್ರಿಜ್ ಖಗೋಲ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ತಯಾರಿಸಿದ ಮೂರನೆಯ ಕ್ಯಾಟಲಾಗಿನಲ್ಲಿರುವ ೪೮ ನೆಯ ಆಕರವಾಗಿದ್ದಿತು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ 3 C 48 ಎಂಬ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಹೆಸರನ್ನು ಕೊಡಲಾಯಿತು. ಅದರ ಕಾಂತಿಯು ಪ್ರತಿಶತ ೪೦ ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಅಂದರೆ ೧೯೬೩ ರಲ್ಲಿ ಸ್ಮಿಟ್ಟನು ಇನ್ನೊಂದು ಕ್ವಾಸಾರನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದನು. ಇವರ ಸಂಶೋ ಧನೆಗಳ ತರುವಾಯ ಕೆಲಸಮಯದಲ್ಲಿಯೇ ಸುಮಾರು

ಇನ್ನೂರಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.

ಕ್ವಾಸಾರುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸದೆ, ಕೇವಲ ನೇರಳಾತೀತ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳಿಗೂ ಕೂಡ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳೆಂಬ ಹೆಸರೇ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿತು. ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಲಾರದ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳನ್ನು ಶಾಂತ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳಿಗಿಂತ ಶಾಂತ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೇ ಹೆಚ್ಚಿಗಿರುವದು ಇತ್ತೀಚಿನ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಂದ ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರೋಹಿತವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಆದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೇಖೆಗಳು (Emission Lines) ಕಂಡು ಬಂದವು. ಈ ರೇಖೆಗಳು ರೋಹಿತದ ಕೆಂಪು ಭಾಗದೆಡೆಗೆ ಸರಿದಿದ್ದುದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾವಲೋಕನದಿಂದ ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ (Red Shift) ವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳಿರುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಈ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಧಾವಿಸುತ್ತವೆಯೋ ಅಥವಾ ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೂರ

ಓಡಿ ಹೋಗುತ್ತವೆಯೋ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವದರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆಸಕ್ತಿ ತಳೆದಿದ್ದರು. ಈ ದೆಸೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತನಾದ ಡಾ. ವ್ಹಿ. ಡಬ್ಲೂ. ಸ್ಲಿಫರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ೧೯೧೪ ರ ಸುಮಾರಿಗೆ, ಅರಿಝೋನಾದ ಲೊವೆಲ್ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯದಲ್ಲಿ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳ ರೋಹಿತವನ್ನು ತೆಗೆದು ಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದನು. ಅವನ ಬಳಿ ಉತ್ತಮ ದೂರದರ್ಶಕವಿರಲಿಲ್ಲ, ಅಲ್ಲದೆ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳೂ ಕೂಡ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದ ಕಾರಣ ಬಹು ಕ್ಷೀಣವಾಗಿ ತೋರುತ್ತಿದ್ದವು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಛಾಯಾಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯುವದು ತುಂಬ ಕಷ್ಟ ವಾಗುತ್ತಿತ್ತಲ್ಲದೆ ನಿಧಾನವೂ ಆಗುತ್ತಿತ್ತು. ಆದಾಗ್ಯೂಕೂಡ ಸ್ಲಿಫರ್‌ನು ಸತತ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳ ವರೆಗೆ ಪರಿಶ್ರಮಿಸಿ ನಲವತ್ತೈದು ತಾರಾಮಂಡಲಗಳ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಪಡೆಯು ವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದನು. ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅವು ರೋಹಿತದ ಕೆಂಪು ಭಾಗದೆಡೆಗೆ ಸರಿದಿದ್ದುದು ಕಂಡು ಬಂದಿತು. "ಯಾವುದೇ ಕಾಯದಿಂದುಂಟಾದ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳು ಕೆಂಪು ಭಾಗದೆಡೆಗೆ ಪಲ್ಲಟಿಸಿದ್ದರೆ, ಆ ಕಾಯವು ನಿರೀಕ್ಷಕನಿಂದ ದೂರ ಹೋಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ; ನೇರಳೆ ಭಾಗದೆಡೆಗೆ ಪಲ್ಲಟಿಸಿದ್ದರೆ ಅದು ನೀರಿಕ್ಷಕನೆಡೆಗೆ ಧಾವಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ" ಎಂದು ಡಾಪ್ಲರ ನಿಯಮವು ಹೇಳುತ್ತದೆ. ತಾರಾಮಂಡಲಗಳು ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟವನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದರಿಂದ, ಅವು ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಲಿವೆಯೆಂದು ಸ್ಲಿಫರನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದನು. ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರೋಹಿತವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ

ಅವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳೂ ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೂರ ಓಡಿ ಹೋಗುತ್ತಿವೆಯೆ? ಹಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ನಿರ್ಗಮನ [Recession] ವೇಗವೆಷ್ಟು ?

ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ನಿರ್ಗಮನ ವೇಗ :

3 C 48 ಹಾಗೂ 3 C 273 ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ೦.೩೬೭ ಹಾಗೂ ೦.೧೫೮ ಇರುತ್ತದೆ. ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವು ೦.೧ ಇದ್ದರೆ ಆ ಆಕಾಶಕಾಯವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ೧/೧೦ ದಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಆಕಾಶಕಾಯದ ನಿರ್ಗಮನ ವೇಗವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ವಿಲ್ಸನ್ ಪರ್ವತದ ಮೇಲಿನ ೧೦೦ ಅಂಗುಲ ವ್ಯಾಸದ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನುಪ ಯೋಗಿಸಿ ಹಬಲ್ ಮತ್ತು ಹ್ಯುಮಾಸನ್ ಎಂಬೀರ್ವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ೧೯೨೦ ರಲ್ಲಿಯೇ ಅನೇಕ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದರು. ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಿತಾಂಶದಿಂದ, ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳು ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತವೆಯೆಂದು ಸಾರಿದರು. ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಿರ್ಗಮನವೇಗವು, ಅವು ನಮ್ಮಿಂದ ಇರುವ ದೂರಕ್ಕೆ ಸಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂದೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸೂತ್ರದಿಂದ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು.

$$V = HR \quad \ldots\ldots (1).$$

ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ V = ನಿರ್ಗಮನವೇಗ, R–ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ತಾರಾಮಂಡಲ ಕೇಂದ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ, H – ಹಬಲ್‌ನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಇರುತ್ತವೆ. ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಹಬಲ್‌ನ ನಿಯಮವೆಂದೂ ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

ಹಬಲ್ ಮತ್ತು ಹ್ಯುಮಾಸನ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ತಾರಾ ಮಂಡಲಗಳ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟ ಅತ್ಯಧಿಕವೆಂದರೆ ೦.೨. ಆದರೆ ಎಷ್ಟೋ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ ೨ ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿಗಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ತಾರಾಮಡಲಗಳಿಗಿಂತ ಬಹು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು, ಅವುಗಳಿಗಿಂತ (ತಾರಾಮಂಡಲ) ಎಷ್ಟೋ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳಲ್ಲಿ 4C 05.34 ನ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟ ಅತ್ಯಧಿಕವಾದದ್ದು. ಅದು ೨.೮೭೭ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳ ಪರಮಾವಧಿ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟದ ಹತ್ತರಷ್ಟು. ೨ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಕ್ವಾಸಾರು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ $\frac{4}{5}$ ದಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿರುವದು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಿಂದ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಹುಟ್ಟು

" ಎಷ್ಟೋ ವರ್ಷಗಳ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ, ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ನಾವಿಂದು ಕಾಣುವ ತಾರಾಮಂಡಲ, ನಕ್ಷತ್ರ, ಗ್ರಹ, ಮುಂತಾದವುಗಳಿಲ್ಲ

ಒಂದೇ ಒಂದು ಬೃಹತ್‌ಕಾಯದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿಕೊಂಡಿರಬೇಕು. ಯಾವುದೋ ಕಾರಣದಿಂದ ಆ ಬೃಹತ್‌ಕಾಯವು ಸ್ಫೋಟಗೊಂಡು ಚೂರುಚೂರಾಗಿ ಸಿಡಿದು ವಿಶ್ವದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರಬೇಕು. ಈ ಚೂರುಗಳೇ ಗ್ರಹ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳು. ಮತ್ತು ಈ ಚೂರುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿರಬೇಕು. ವಿಶ್ವನಿರ್ಮಾಣದ ಬಗೆಗಿರುವ ಅನೇಕ ಆಧಾರ ಭಾವನೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದೂ ಒಂದು. ಇದನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರ (Cosmology) ವೆಂದೂ ಹೇಳುವದುಂಟು. ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಈ ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತವೆ. ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಖಗೋಲ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರೂ ಮತ್ತು ಭೌತಿಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ, ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತವೆಂಬ ವಾದವನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಒಂದೇ ಒಂದು ಕ್ವಾಸಾರು, ನೂರು ತಾರಾಮಂಡಲಗಳಷ್ಟು ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲುತ್ತಿರುವದು. ಅಲ್ಲದೆ ಅದರ ಪ್ರಕಾಶದ ತೀವ್ರತೆಯೂ ಕೂಡ ಕೇವಲ ಕೆಲವೇ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಶತ ೧೦ ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳುಂಟಾಗುವದು ಹೇಗೆಂದು ಶಂಕಿಸಿದರು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅವರು, ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ನಮ್ಮಿಂದ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿರದೆ ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೇ ಇರಬಹುದು ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದಲೇ ಸಿಡಿದು ಅಪಾರ ವೇಗದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿರಬಹುದೆಂದು ವಾದಿಸಿದರು. ಈ ವಾದವನ್ನು ಡಾಪ್ಲರನ ಸ್ಥಾನಿಕ ಆಧಾರ ಭಾವನೆ (Local Doppler

Hypothesis) ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಾದವು ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಾದ ಸಮಸ್ಯೆಯೊಂದನ್ನು ಎದುರಿಸಬೇಕಾಯಿತು. ೧೯೬೦ ರ ಸುಮಾರಿಗೆ ತರ್ಕಸಿದ್ಧಕ್ಕಿಂತಲೂ ಎಷ್ಟೋ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಇಂದು ದೊರೆತಿವೆ. ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ದಶಲಕ್ಷದಷ್ಟಾಗಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಡಾಪ್ಲರನ ಸ್ಥಾನಿಕ ಆಧಾರದ ಭಾವನೆಯ ಮೇರೆಗೆ ಒಂದು ಕ್ವಾಸಾರಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ೧೦,೦೦೦ ದಷ್ಟಿರಬೇಕು. ಇಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಲಕ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳನ್ನು ಹೊರದೂಡಬೇಕಾದರೆ ವಿಪರೀತ ಶಕ್ತಿಯೂ ಬೇಕು. ಅಂದರೆ ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲದ ತಾರೆಗಳೆಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಈ ವಾದವನ್ನೊಪ್ಪಿಕೊಂಡರೆ, ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳಿಂದ ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾದ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೂರ ಹೋಗುವ ತೆರನಾಗಿ ನಮ್ಮ ನೆರೆಯ ತಾರಾಮಂಡಲಗಳು ಹೊರಚಿಮ್ಮಿದ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಧಾವಿಸಬೇಕಷ್ಟೆ. ಅಂದರೆ ಅವು ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ನೀಲ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ತೋರಿಸಬೇಕು. ಅಂತಹ ಕ್ವಾಸಾರಗಳಾವೂ ಕಂಡುಬಾರದ್ದರಿಂದ ಡಾಪ್ಲರನ ಸ್ಥಾನಿಕ ಆಧಾರ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಕೈಬಿಡಲಾಯಿತು.

"ವಿಶ್ವವು ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತಲಿದೆ" ಎಂದು ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರವು ಹೇಳುತ್ತದೆ. ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟವು ಅವು ದೂರ ದೂರ ಹೋಗುತ್ತಿರುವದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಿಸ್ತಾರ

ಹೊಂದುತ್ತಿರುವ ವಿಶ್ವವು ತನ್ನೊಡನೆ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳನ್ನು ಎಳೆದೊಯ್ಯುತ್ತಿರಬೇಕು. ಈ ವಾದವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಬಹುದಾದ ಕ್ವಾಸಾರೊಂದನ್ನು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹೇಲ್ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯದ ಜೇಮ್ಸ್, ಈ. ಗನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕಂಡು ಹಿಡಿದಿದ್ದಾನೆ. PKS225+11 ಎಂಬ ಸಂಕೇತನಾಮದ ಈ ಕ್ವಾಸಾರು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ ೦.೩೨೩. ಕ್ವಾಸಾರಿನ ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ತಾರಾಮಂಡಲ ಗುಚ್ಛದ ಮೇಲಿರುವದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಗನ್ ಈ ತಾರಾಮಂಡಲ ಗುಚ್ಛದ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಿದಾಗ ಅದು ೦.೩೩ + ೦.೦೧ ದಷ್ಟು ದೊರೆಯಿತು. ತಾರಾಮಂಡಲಗುಚ್ಛ ಮತ್ತು ಅದರ ಮೇಲಿರುವ ಕ್ವಾಸಾರಿನ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ವಿಶೇಷ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದು ತಾರಾಮಂಡಲದೊಡನೆ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿರಬಹುದೆಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದಾಗಿದೆ. ತಾರಾಮಂಡಲ ಗುಚ್ಛದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯುಳ್ಳ ಈ ಕ್ವಾಸಾರು ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುಷ್ಟೀಕರಣಕ್ಕೊಂದು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ನಿದರ್ಶನ.

ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಸ್ವರೂಪ :

ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೇಖೆಗಳಂತೆ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ತಪ್ತ ಆಕರದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ವಿಕಿರಣವು ತಂಪಾದ ಅನಿಲದ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದುಹೋಗುವಾಗ ಆ

ಅನಿಲವು ವಿಕಿರಣದಲ್ಲಿಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವದರಿಂದ ಶೋಷಣರೇಖೆಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಆ ಅನಿಲವನ್ನು ಉದ್ರೇಕಿಸಿದಾಗ ಅದು ಯಾವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸಬಲ್ಲುದೋ, ಅದೇ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಅಯಾನು, ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳು ವಿಕಿರಣದೊಡನೆ ಔಷ್ಣಿಕ ಸಮತೋಲನೆಯಲ್ಲಿರಬೇಕು. ತಪ್ತೋದ್ರೇಕದಲ್ಲಿರುವ ಆಕರಗಳಲ್ಲಿಯ ಅಣು ಹಾಗೂ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಮ್ಮವೇ ಆದ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೇಖೆಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಧವಾದ ವಿದ್ಯಮಾನವು ನಡೆಯುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ತೀರ ಕಡಿಮೆ. ಅವು ಅಭದ್ರ ಆವರಣವುಳ್ಳ ತಪ್ತ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಕ್ಷೀಣವಾದ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳು, ಯಾವ ಬಗೆಯ ಪಲ್ಲಟವನ್ನೂ ತೋರಿಸುವದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಿರ್ಗಮನ ವೇಗ ಈ ರೇಖೆಗಳ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನೂ ಉಂಟು ಮಾಡಿದಂತಾಗುವದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವು ನೇರವಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದುಂಟಾಗಿರದೆ, ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲದಿಂದುಂಟಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಗ್ರಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಿಶ್ವ ಹಾಗೂ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಅರಿಯುವದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ಸಾಧ್ಯಾಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಪ್ರಥಮವಾಗಿ ವಿಶ್ವವು ಕಡಿಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಹೈಡ್ರೊಜನ್‌ದ ಸ್ತರದಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ೨ ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು

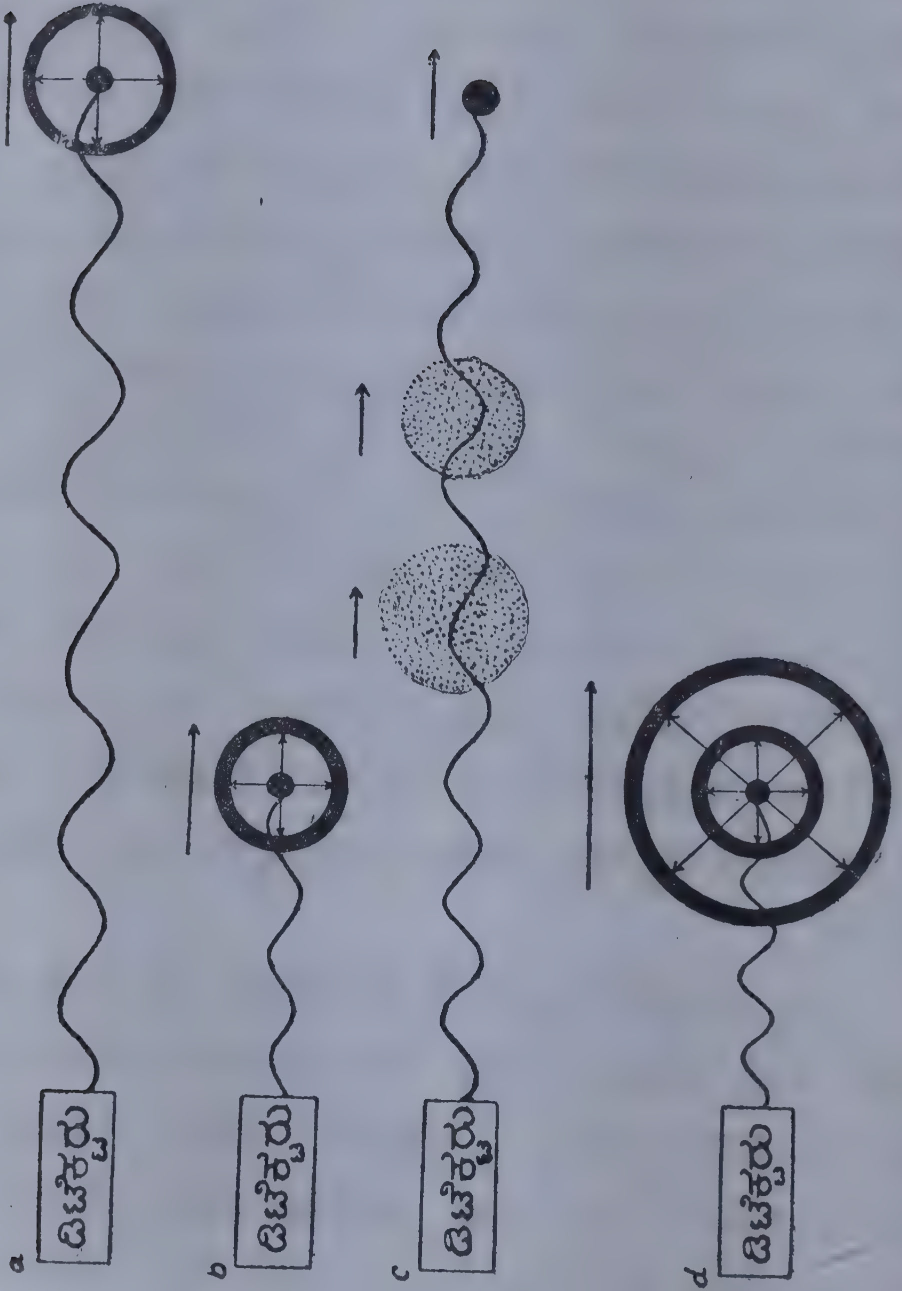
ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟದ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಲೈಮನ್ ಶ್ರೇಣಿಯ ಆಲ್ಫಾರೇಖೆಯು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ನಾವು ಮಾಡಿಕೊಂಡ ಕಲ್ಪನೆ ನಿಜವಾದರೆ ಆಲ್ಫಾರೇಖೆಯ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿಯೇ (ಕಡಿಮೆ ತರಂಗದೂರದೆಡೆಗೆ) ಶೋಷಣ ರೇಖೆಯಿರಬೇಕು. ಅಂತಹ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳೇನೂ ಕಂಡು ಬರಲಿಲ್ಲ. ಇದರರ್ಥ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲದ ಸಾಂದ್ರತೆ ತೀರ ಕಡಿಮೆಯಿರಬೇಕು. (ಪ್ರತಿ ಘನ ಸೆಂಟಿ ಮೀಟರಿಗೆ 10^{-11} ಪರಮಾಣುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ). ಅಥವಾ ಅನಿಲವು ತಪ್ತವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅಧಿಕ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ್ಯೂ ಅದು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲಾರದು. ಎರಡನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯೆಂದರೆ ಕ್ವಾಸಾರು ಅತ್ಯಧಿಕ ದೂರದಲ್ಲಿರದೆ ಸಮೀಪ ದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದರಿಂದುಂಟಾದ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳು ರೋಹಿತದ ದೃಶ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮೂಡಿರಲಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಮೂರನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯೆಂದರೆ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲವು ವಿರಳವಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರದೆ, ಮೇಘಗಳ ತೆರನಾಗಿ ಗುಂಪು ಗುಂಪಾಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ ದೊರೆತ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವು; ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಮೇಘ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ನಡುವಿನ ದೂರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ತರ್ಕದೊಡನೆ ಬರ್ಬಿಜ್ ಮತ್ತು ಲಿಂಡ್ಸ್ ಎಂಬ ಇಬ್ಬರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಬಲ ಶೋಷಣರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಪ್ರಥಮ ಕ್ವಾಸಾರನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದರು. ಕ್ವಾಸಾರಗಳ

ಉಷ್ಣತೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಎಂದರೆ ಸುಮಾರು ೨೦,೦೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿ
ಗ್ರೇಡುಗಳಷ್ಟು. ಆದ್ದರಿಂದ ಆದರೊಳಗಿನ ಹೆಚ್ಚಾನೆಚ್ಚು
ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಯಾನುಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಪರ
ಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಅನಿಲವು ವಿಕಿರಣ ಮೂಲದಿಂದ
ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು, ಕಡಿಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿದ್ದರೆ, ಪರ
ಮಾಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಭೂಮಟ್ಟದಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತವೆ.
ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಅತ್ಯಧಿಕ ಸಂಭವನೀಯ
ಸಂಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಅನುರಣನ ಸಂಕ್ರಮ (Resonance tran-
sitions) ಗಳೆಂದೆನ್ನುವರು. ಭೂಹಂತವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೆ
ಮೇಲಿನ ಶಕ್ತಿ ಹಂತವಾಗಲೀ ಕವಲೊಡೆದಿದ್ದರೆ, ಒಂದರ
ಬದಲು ಅನೇಕ ರೇಖೆಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ
ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಧವಾದ ಅನೇಕ ರೇಖೆಗಳು ಕಂಡು
ಬರುತ್ತವೆ.

ಬರ್ಬಿಜ್, ಲಿಂಡ್ಸ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರಾಕ್ಟನ್ನರು ಕಂಡುಹಿಡಿದ
3 C 191 ಕ್ವಾಸಾರು, ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಖರವಾದ ಶೋಷಣ
ರೇಖೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿದ ಕ್ವಾಸಾರು. ಇದರ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ
ಅನೇಕ ಉತ್ಸರ್ಜನ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲದೆ ೧೬ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳಿವೆ.
ಉತ್ಸರ್ಜನ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟ ೧.೯೫೬ ಇದ್ದರೆ, ಅವರು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ
ದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಶೋಷಣ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟ ೧.೯೪೭. ಈ
ಎರಡೂ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಿಕೊಳ್ಳುವಂತಹ ವ್ಯತ್ಯಾಸ
ವೇನೂ ಕಂಡುಬಾರದ್ದರಿಂದ, ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ

ವಸ್ತುವು ವಿಕಿರಣ ಮೂಲದಿಂದ ದೂರವಲ್ಲಿರವೆ ಅದಕ್ಕಂಟಿ ಕೊಂಡೇ ಇರಬೇಕೆಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬರಲಾಯಿತು. ಕ್ವಾಸಾರಿನಿಂದ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂಡಿಗೆ ೬೦೦ ಕಿಲೋಮಿಟರ ವೇಗದಿಂದ ಅನಿಲದ ಕವಚವು ಹೊರಚಿಮ್ಮಿ ಬರುತ್ತಿರಬೇಕು. ಮತ್ತು ಈ ಕವಚವು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರಬೇಕು. ಇದು ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆ. ಈ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳ ವಿವರಣೆ ನೀಡಬಹುದಾದ ಸ್ಥೂಲ ಚಿತ್ರಣಗಳನ್ನು (a), (b), (c) ಹಾಗೂ (d) ಗಳ ಮೂಲಕ ಹಿಂಬದಿಯ ಚಿತ್ರ ೧ ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯ ತರುವಾಯ ಎಷ್ಟೋ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರು. ಆ ಎಲ್ಲ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರೋಹಿತಗಳಲ್ಲಿ, ಎರಡೂ ವಿಧವಾದ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಯಾವ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳೂ ಅಂತರ್ ತಾರಾಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯ ಅನಿಲದ ಅಸ್ತಿತ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ಪುರಾವೆ ನೀಡಿಲ್ಲ.

ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ಅವು ಮೆಗ್ನೇಶಿಯಂ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಸಂಗತಿ ಖಚಿತವಾಗಿದೆ. ಬರ್ಬಿಜ್ ಮತ್ತು ಲಿಂಡ್ಸ್ರು **PKS** 0237–23 ಎಂಬ ಸಂಕೇತನಾಮದ ಕ್ವಾಸಾರಿನ ರೋಹಿತವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರು. ಅದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟದ ಏಳು ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದ್ದಿತು. ಆ ಶೋಷಣ ರೇಖೆಗಳ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ೨.೨೦೨,



ಚಿತ್ರ ೧

೧.೯೫೬, ೧.೬೭೪, ೧.೬೭೧, ೧.೬೫೬, ೧.೫೯೬ ಮತ್ತು ೧.೩೬೫ ಇದ್ದಿತು. ಲಿಂಡ್ಸ್ ಹಾಗೂ ಬರ್ಬಿಜ್‌ರಿಗೆ ತಮ್ಮ. ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲಿತಾಂಶದ ಬಗೆಗೆಯೇ ಸಂದೇಹ ವುಂಟಾಯಿತು. ಆದೇ ವೇಳೆಗೆ ಬೆಕ್ಹಲ್, ಗ್ರೀನ್‌ಸ್ಪೈನ್ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಲೆಸ್ ಎಂಬ ಮೂವರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಸ್ತು ಸಂಚಯನವಿರುವ (Normal Composition) ಕ್ವಾಸಾರೊಂದರಿಂದ ಪಡೆದುಕೊಂಡ ಶೋಷಣರೇಖೆಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿಕೊಂಡರು. ಈ ವಿವರಗಳನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟು ಕೊಂಡು, ಕಂಪ್ಯೂಟರಿನ ಮೂಲಕ **PKS** 0237–23 ರ ಶೋಶಣ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ದರು. ಅವರು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ಶೋಷಣ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ೨.೨೦೨, ೧.೬೭೧, ೧.೬೫೬, ೧.೫೧೩ ಮತ್ತು ೧.೩೬೪ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ೧.೫೧೩ ರ ಹೊರತಾಗಿ ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಪೌಲ್ಯಗಳು ಬರ್ಬಿಜ್ ಮತ್ತು ಲಿಂಡ್ಸ್ ಕಂಡು ಹಿಡಿದ ಮೌಲ್ಯಗಳೊಡನೆ ಸರಿಯಾಗಿ ತಾಳೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಒಂದೇ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಪರಿಹಾರಕ್ಕೆ ಎರಡು ತಂಡಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಧಾನದಿಂದ ದೊರಕಿಸಿದ ಫಲಿತಾಂಶ ಗಳು ಒಂದೇ ಆದಾಗ, ಆ ಫಲಿತಾಂಶವು ನಿಖರವಾದುದೆಂಬು ದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪುರಾವೆಯೇನೂ ಬೇಕಿಲ್ಲ.

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಕ್ವಾಸಾರಿನ ಅನೇಕ ಶೋಷಣ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವೇನು ? ಎಂಬ ಸಂದೇಹ ತಲೆ

ದೋರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ವಿವರಣೆಯನ್ನೀಯಬಹುದು. ಕ್ವಾಸಾರಿನ ಕವಚಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಕವಚಗಳಲ್ಲಿಯ ಅನಿಲದಿಂದ ಶೋಷಣ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಈ ಮೊದಲೇ ವಿವೇಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಸತ್ಯವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಏಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶೋಷಣ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟಗಳಿರುವ PKS0237–23 ಕ್ವಾಸಾರು ಏಳು ಕವಚಗಳಿಂದಾವೃತವಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ಕ್ವಾಸಾರಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಕವಚವು ಸೆಕಂಡಿಗೆ ೬೦,೦೮೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ ವೇಗದಿಂದ ಹೋರಗೆ ಧಾವಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು- ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನವೇಗದ ⅕ ದಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ. ಕೆಲವೊಂದು ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಶೋಷಣ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ, ಉತ್ಸರ್ಜನ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿಗಿರುವದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ವಸ್ತುವು ಕ್ವಾಸಾರಿನ ಒಳಗಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ತೀರವಿರಳ.

ಇತ್ತೀಚಿನ ಇನ್ನೊಂದು ಉದ್ಯಮಾನವು ಈ ಕವಚದ ಆಧಾರ ಭಾವನೆಯನ್ನೇ ಸಮರ್ಥಿಸಿದೆ. ಲಿಕ್ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಟ್ ಆಂಡರ್ಸನ್ ಮತ್ತು ರಾಬರ್ಟ. ಪಿ. ಕ್ರಾಫ್ಟರು NGC 4151 ತಾರಾಮುಂಡಲದ ರೋಹಿತವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡು ಅಭ್ಯಸಿಸಿದರು. ಅವರು ದೊರಕಿಸಿದ ಪುರಾವೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲಿಂದ ಸೇಫರ್ಟ ತಾರಾಮುಂಡಲ, ರೇಡಿಯೋ ತಾರಾಮುಂಡಲ ಹಾಗೂ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳುಗಳ ನಡುವೆ

ಯಾವುದೋ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಸಂಬಂಧವಿರುವದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. NGC 4151 ತಾರಾಮಂಡಲದ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಹೀಲಿಯಮ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೂರು ಶೋಷಣರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳು; ವಸ್ತುವು ೨೮೦, ೫೫೦ ಹಾಗೂ ೮೪೦ ಕಿಲೋ ಮೀಟರ ವೇಗದಿಂದ ಹೊರಚಿಮ್ಮುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಕವಚಗಳ ವೇಗದೊಡನೆ ತುಲನೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಈ ವೇಗ ತೀರ ಕಡಿಮಿಯಾದರೂ, ಕವಚದ ಆಧಾರ ಭಾವನೆಯ ಸತ್ಯತೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪುಷ್ಟಿಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆಂಬುದು ಮಾತ್ರ ನಿಜ.

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳೆಷ್ಟು ?

೧೯೬೫ ರಲ್ಲಿ ಸ್ಯಾಂಡೇಜ ಮತ್ತು ಲ್ಯುಟೆನ್ ಆಗಸದಲ್ಲಿ ಏಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡರು. ಆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿ ೩೦೧ ನೀಲತಾರಾಕಾಯ (Blue-stellar object) ಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡಿಕೊಂಡರು. ಸ್ಕಿಟ್‌ನು ಸ್ಯಾಂಡೇಜ ಹಾಗೂ ಲ್ಯುಟೆನ್ ಗುರುತಿಸಿದ ನೀಲ ತಾರಾಕಾಯಗಳ ಪೈಕಿ ೫೫ ನ್ನು ಮಾತ್ರ ತನ್ನ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಆಯ್ದುಕೊಂಡನು. ಅವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ೩೨ ತಾರೆಗಳು ತೀರ ಕಡಿಮೆ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದರಿಂದ, ಅವು ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ತಾರೆಗಳೆಂಬುದು ಸಿದ್ಧವಾದಂತಾಯಿತು. ಇನ್ನುಳಿದ ೨೩ ತಾರೆಗಳ ರೋಹಿತ

ವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅವೆಲ್ಲ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳಾಗಿರುವದು ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಈ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದ್ದರಿಂದ, ಅವು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಇರುವ ದೂರವು ಕೂಡ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ಕ್ಮಿಟ್‌ನು ಮಾದರಿಗಾಗಿ ೧೮ ನೆಯ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಅದರಲ್ಲಿ (ತಾನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡ ಭಾಗದಲ್ಲಿ) ಒಟ್ಟು ೨೦ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳಿರುವದನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡನು. ಸ್ಯಾಂಡೇಜ ಮತ್ತು ಲುಟೆನ್ ತಮ್ಮ ಸಮೀಕ್ಷೆಯ ಮೇರೆಗೆ ಇಡೀ ಆಗಸದಲ್ಲಿ, ೧೮ ನೆಯ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ೨೦,೦೦೦ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳಿರಬಹುದೆಂದು ತರ್ಕಿಸಿದರು. ೧೮ ನೆಯ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿಗಿರುವದೂ, ಕೆಳಗಿನ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯಿರುವದೂ ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ವಿವಿಧ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ೧ ನೆಯ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ೨.೫ ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಎರಡೇ ಎರಡು ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಮಾತ್ರ

ಕೋಷ್ಟಕ ೧

ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕ	ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆ
೧೩	೫
೧೪	೨೫
೧೫	೧೧೬
೧೬	೫೭೩
೧೭	೩,೧೭೦
೧೮	೨೦,೦೦೦
೧೯	೧೧೧,೦೦೦
೨೦	೪೦೦,೦೦೦
೨೧	೧,೪೦೦,೦೦೦
೨೨	೩,೦೦೦,೦೦೦
೨೩	೯,೦೦೦,೦೦೦

೨.೫ ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟವನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ೧೭ನೆಯ ಕಾಂತಿವರ್ಗಾಂಕದಲ್ಲಿರುವ PHL 957 ಕ್ವಾಸಾರಿನ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ ೨.೬೯ ಮತ್ತು ೧೮ ನೆಯ ಕಾಂತಿ ವರ್ಗಾಂಕ ದಲ್ಲಿರುವ 4 C 05.34 ಕ್ವಾಸಾರಿನ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟ ೨.೮. ಇಂತಹ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಅಲ್ಲೊಂದು ಇಲ್ಲೊಂದು ಸಿಕ್ಕುವದರಿಂದ

ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮುಂದೆ ಅವನ್ನು ಉಪೇಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಲಕ್ಷಾವಧಿ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ವಿಶ್ವದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹರಡಿಕೊಂಡಿವೆ.

೨.೫ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಕ್ವಾಸಾರು ಭೂಮಿಯಿಂದ ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಯಾಕಂದರೆ ಅಂತಹ ಕ್ವಾಸಾರಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪಬೇಕಾದರೆ ೮.೬ ಬಿಲಯನ್ ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಆ ಕ್ವಾಸಾರಿನಿಂದ ಇಂದು ನಮಗೆ ತಲುಪಿದ ಬೆಳಕು ಅದರ ೮.೬ ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಂದು ಅದು ಕ್ವಾಸಾರಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಇದೆಯೆಂಬ ಭರವಸೆಯಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಪೈಕಿ ಎಷ್ಟೋ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ತಾರೆಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗಿರಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಂದು ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿ ೩೫,೦೦೦ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳಿರಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಇಂದು ಅತ್ಯಂತ ದೂರವಿರುವ ಕ್ವಾಸಾರಿನ ದೂರವನ್ನು ಅದು ಉಂಟುಮಾಡುವ ರಕ್ತಪಲ್ಲಟದಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಈ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲು ಕ್ವಾಸಾರು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲವು ವಿಶ್ವದ ವಯಸ್ಸನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಮೊದಲು ಹತ್ತು ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿದ್ದ ವಿಶ್ವದ ವಯಸ್ಸು ಕ್ವಾಸಾರಿನ ಶೋಧನೆಯ ನಂತರ, ಅದು ಸುಮಾರು ಎರಡು ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ವಿಶ್ವವು ನಿರ್ಮಾಣ

ಗೊಂಡು ಸುಮಾರು ಎಂಟು ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳಾಗಿರಬಹುದೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

೫. ಪಲ್ಸಾರ್

ಪಲ್ಸಾರುಗಳೆಂದರೇನು ?

ಕೇಂಬ್ರಿಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಮುಲ್ಲಾರ್ಡ ವೇಧಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಎಂಟೋನಿ ಹೆವಿಷ್‌ರವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಕ್ವಾಸಾರುಗಳ ಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದರು. ಆಗ ಅವರು ಕ್ವಾಸಾರಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದ ರೇಡಿಯೋ ಆಕರವೊಂದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರು. ಈ ಆಕರದಿಂದ ರೇಡಿಯೋ ಸಂಜ್ಞೆಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬರುತ್ತಿರದೆ, ಕ್ಲುಪ್ತ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಒಂದು ಕ್ಷಣ ತಡೆದು ನಂತರದ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತಿದ್ದವು. ಅದರಿಂದ ಉತ್ಸರ್ಜಿತ ಎರಡು ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅವಧಿ ಸರಿಯಾಗಿ ಒಂದು ಸೆಕಂಡಿನಷ್ಟಿದ್ದಿತು. ಈ ತಾರೆಯನ್ನು ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಹೆವಿಷ್‌ರ ಸಂಶೋಧಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿ ಜೊಸೆಲಿನ್ ಬೆಲ್‌ಳಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಅವಳು ಈ ತಾರೆಯನ್ನು ೧೯೬೭ ರ ಜುಲೈ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಿದಳು. ನಾಡಿಯ ಬಡಿತದಂತೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂಡಿಗೊಮ್ಮೆ ರೇಡಿಯೋ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಈ ತಾರೆಯು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವದರಿಂದ, ಹೆವಿಷ್‌ರು ಅದನ್ನು " Pulsating Star " ಎಂದು ಕರೆದರು. ಇದನ್ನೇ ಹೃಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ಪಲ್ಸಾರ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸ್ಪಂದನಶೀಲ ತಾರೆ ಎಂದು ಇದರರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಪಲ್ಸಾರಿನಿಂದ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂಡಿಗೆ ಒಂದರಂತೆ ಸ್ಪಂದನೆಗಳುಂಟಾಗುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಅಂದರೆ ಸ್ಪಂದನೆಗಳುಂಟಾಗುವ ಕಾಲ ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿದ್ದರೂ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ಪಂದನೆಯು ಜೀವಿಸುವ ಕಾಲ (ಆಯುರ್ಮಾನ) ಮಾತ್ರ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದಿತು. ಪ್ರಥಮ ಪಲ್ಸಾರಿನಿಂದ ಬಂದ ಸ್ಪಂದನೆಗಳ ಆಯುರ್ಮಾನವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದಾಗ ಅವು ಸುಮಾರು ೧೦ ಮಿಲಿಸೆಕಂಡುಗಳಿಂದ (ಮಿಲಿಸೆಕಂಡ್ ಎಂದರೆ ಸೆಕಂಡಿನ ಸಾವಿರದಲ್ಲೊಂದು ಭಾಗ) ಮೊದಲುಗೊಂಡು ೨೦ ಮಿಲಿಸೆಕಂಡುಗಳ ವರೆಗೆ ಜೀವಿಸಿದ್ದುದು ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಸ್ಪಂದನೆಗಳ ಆಯುರ್ಮಾನವು ಸ್ಪಂದಿಸುವ ಆಕರದ ಬಗ್ಗೆ ಸರಿಯಾದ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಸ್ಪಂದನೆಗಳ ಆಯುರ್ಮಾನವು ತೀರ ಕಡಿಮೆಯಿರುವದರಿಂದ ಸ್ಪಂದಿಸುವ ವಸ್ತುವೂ ಕೂಡ ತೀರ ಚಿಕ್ಕದಿರಬೇಕು. ಅದರ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಅತೀ ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಕೆಲವೊಂದು ಸಹಸ್ರ ಕಿಲೋಮೀಟರಗಳಷ್ಟು ಮಾತ್ರವಿರಬೇಕು. ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವು, ಬೆಳಕು ಆ ವಸ್ತುವಿನ ವ್ಯಾಸದಷ್ಟು ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಅವಧಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಆಯುರ್ಮಾನವುಳ್ಳ ಸ್ಪಂದನೆಗಳನ್ನು ಹೊರಚಿಮ್ಮಲಾರದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪಲ್ಸಾರಿನ ಗಾತ್ರ ತೀರ ಕಡಿಮೆಯಿರಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು.

ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲಿಗೆ ಕಂಡು ಹಿಡಿದ ಪಲ್ಸಾರನ್ನು CP1919 ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದರು. CP ಎಂದರೆ ಕೇಂಬ್ರಿಜ್

ಪಲ್ಸಾರ್ ಎಂಬುದರ ಹ್ರಸ್ವರೂಪ. 1919 ಇದು ತಾರೆಯನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದ ವೇಳೆ 19 ಗಂಟೆ 19 ನಿಮಿಷಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪಲ್ಸಾರು ಭೂಮಿಯಿಂದ ೧೩೦ ಪಾರ್ಸೆಕ್ (೧ ಪಾರ್ಸೆಕ್ = ೩.೨೬ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳು) ದೂರದಲ್ಲಿದೆಯೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲದ ವ್ಯಾಸವು ೩೦,೦೦೦ ಪಾರ್ಸೆಕ್ ಇರುವದರಿಂದ ಈ ಪಲ್ಸಾರನ್ನು ನಮ್ಮ ಒಂದು ನೆರೆಯ ಆಕಾಶಕಾಯವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ತಪ್ಪೆನಿಸಲಾರದು. ಈ ತಾರೆಯಿಂದ ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾಗುವ ಸ್ಪಂದನೆಗಳ ಮಧ್ಯಂತರ (Pulse interval) ೧.೩೩೭೩೦೧೧೩ ಸೆಕಂಡು.

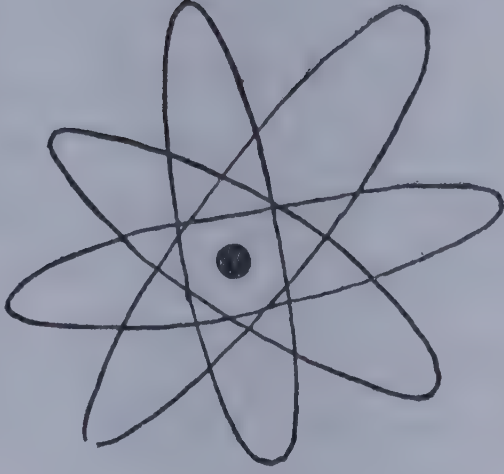
ಪಲ್ಸಾರುಗಳ ಶೋಧನೆಯಿಂದ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡವು. ಅವುಗಳ ಸ್ವರೂಪವೇನು ? ಅವು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಯಾವ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಚಿಮ್ಮುತ್ತವೆ ? ಅವುಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೆ ? ಹಾಗಾದರೆ ಆ ಶಕ್ತಿ ಎಲ್ಲಿ ಹೋಯಿತು ? ರೇಡಿಯೋ ಸ್ಪಂದನೆಗಳೇ ಏಕೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ? ಈ ಎಲ್ಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಸದ್ಯದ ಖಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಉಲ್ಲಂಘಿಸದೆ ಉತ್ತರಿಸಬೇಕು. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ದೊರಕಿಸಿದ ಸಮಾಧಾನಗಳು ಇನ್ನೂ ತಾತ್ಪೂರ್ತಿಕವಾಗಿ ಮಾತ್ರ. ಪಲ್ಸಾರುಗಳ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆಯೀಯಲು ಅನೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಮುಂದಿರಿಸಲಾಗಿದೆ. ೧೯೩೦ ರಲ್ಲಿಯೇ ಲಾಂಡ್ಸ್ಕೆ, ಓಪನ್ ಹೀಮರ್

ಮುಂತಾದವರು, ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಪಲ್ಸಾರುಗಳ ಶೋಧವಾಗುವವರೆಗೆ ಅವರ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆಂಬಲ ದೊರಕಿರಲಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ಶೋಧನೆಯ ತರುವಾಯ ಈ ಬಗೆಯ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರ ಅಥವಾ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಇರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯುಂಟು. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ತಾರೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಮೊದಲು ಸ್ವಲ್ಪ ವಿವರವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವಾ

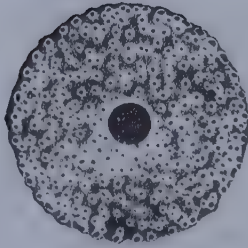
ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ತಾರೆಗಳು

ಎರಡನೆಯ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ತಾರೆಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯ ವಸ್ತುವು ಗುರುತ್ವಬಲದ ಒತ್ತಡಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವ ಬಲವು ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುವ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ನಕ್ಷತ್ರದ ಅಂತರ್ಯದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಲಗಳು ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆಃ (೧) ಹ್ರಸ್ವ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕರ್ಷಕ ಬಲ (Short nuclear repulsive force) (೨) ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ವಿಕಿರಣ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಒತ್ತಡದ ಬಲ (Rediation Pressure). ಈ ಎರಡೂ ಬಲಗಳು ಸೇರಿ ಗುರುತ್ವಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುವದ

ರಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವವ ರಿಂದಲೂ, ಸಮತೋಲನವುಂಟಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರವು ತನ್ನ ಗಾತ್ರ ವನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳಲು ಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಗುರುತ್ವಬಲಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುವ ಬಲಗಳು, ಗುರುತ್ವಬಲಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಗುರುತ್ವಬಲದ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ (Gravitational pull) ಸಿಕ್ಕ ನಕ್ಷತ್ರವು ಕುಗ್ಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ನಕ್ಷತ್ರವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಶಕ್ತಿಯ ಆಕರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡಾಗ ಮಾತ್ರ ಈ ಸ್ಥಿತಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ಶಕ್ತಿಯ ಆಕರ ಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡರೆ ವಿಕಿರಣದ ಒತ್ತಡ ಕಡಿಮೆ ಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಹ್ರಸ್ವವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವೊಂದೇ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕುಗ್ಗುವಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಯಲು ಅಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗರ್ಭದಲ್ಲಿಯ ಶಾಖ ಹಾಗು ಒತ್ತಡಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತಲೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಅದರ ಪ್ರಭಾವ ದಿಂದ ವಿಮುಖಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಂದೆಡೆಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಒಂದು ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಉಂಡೆಯನ್ನಾಗಿ ಸುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಇಲೆ ಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಉಂಡೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ವಿತರಣೆಗೊಂಡು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಮುದ್ರವನ್ನೇ ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ ೨ ರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಆ ನಕ್ಷತ್ರದ ಗಾತ್ರವು ನಂಬಲಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದಾದ



ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು



ಬೀಜದ ಸುತ್ತಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಮುದ್ರ

ಚಿತ್ರ ೧

ಮಟ್ಟಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಗಾತ್ರವು ಕ್ರಿಕೆಟ್ ಚೆಂಡಿನಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ದೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಿಂದ ೫೦೦ ಅಡಿ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಭ್ರಮಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಬೀಜ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬೇರ್ಪಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಗಾತ್ರ ವೆಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದೇ ಸ್ಥಿತಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕಿರುತ್ತದೆ.) ಈ ಸ್ಥಿತಿ-ಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದ ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕೆ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರವೆಂದು ಹೆಸರು. ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ೧½ ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವ ಸಂಭವ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಕುಗ್ಗುತ್ತ ಹೋದ ಈ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಗಾತ್ರ ಸುಮಾರು ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರದಷ್ಟೇ ಇದ್ದರೂ ಅದರ ಮಧ್ಯ ಭಾಗದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಪ್ರತಿ ಘನ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ಹತ್ತು ಕೋಟಿ ಗ್ರಾಮು (10^8 Grams /C.C) ಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟು ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಬಟಾಣಿ ಗಾತ್ರದ ವಸ್ತುವು ಒಂದು ಲಾರಿಯಷ್ಟು ತೂಗುತ್ತದೆಂದಾಗ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರದ ಮಧ್ಯ ಭಾಗದ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಕಲ್ಪನೆ ನಮಗೆ ಬಂದೀತು! ಪ್ರತಿಕ್ಷಣ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತ ಹೋಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಈ ನಕ್ಷತ್ರವು ನೀಲವರ್ಣದ್ದಾಗುತ್ತದೆ. ಮನುಷ್ಯನ ವರ್ಣ ನೀಲವಾದರೆ ಆತನ ಸ್ಥಿತಿ ಏನಾಗಿದೆಯೆಂದು ನಾವು ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಊಹಿಸಬಹುದು. ಅದೇ ಪ್ರಕಾರ ವಾಗಿ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರವು 'ಮೃತತಾರೆ' ಯೆಂದು ಹೇಳ

ಒಹುದು. ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಶೋಧನೆಯ ನಂತರ ಕೆಲವೇ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ೧೯೩೫ ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕದ ಚಿಕ್ಯಾಗೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾದ ಎಸ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಅವರು ಅವುಗಳ ಗರ್ಭಭಾಗದ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಲ್ಲ ವಿಧಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರು. ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರವು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತ ಹೋಗಿ ಕೊನೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುತಾರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳು ಹೇಗೆ ರೂಪಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ?

ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರದ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಉಂಡೆಯು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸಮುದ್ರದಿಂದಾವೃತವಾಗಿರುವದಲ್ಲದೆ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕೂಡ ಪ್ರತಿ ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ಹತ್ತು ಕೋಟಿ ಗ್ರಾಮುಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆಂದು ಈಗಾಗಲೇ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಕುಗ್ಗುತ್ತಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದಲ್ಲಿಯ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಪ್ರತಿ ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ಹತ್ತು ಕೋಟಿ ಗ್ರಾಮುಗಳಾದಾಗ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿಯ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಗತಿ–ಶಕ್ತಿಯೂ ಕೂಡ ಪರಮಾವಧಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈಗ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳಿಗೆ ಢಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯುವ ಸಂಭವನೀಯತೆ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಢಿಕ್ಕಿಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೊಟಾನು

ಸೇರಿಕೊಂಡು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟು ಹೊಂದು ತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಧಿಕ-ವಾಗುತ್ತ ಹೋಗುವದರೊಂದಿಗೆ ಆ ನಕ್ಷತ್ರವು ಮತ್ತಷ್ಟು ಕುಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರದ ಗಾತ್ರ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮಾತ್ರ ಮೊದಲಿನಷ್ಟೆ ಉಳಿಯುವದರಿಂದ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುವದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ನಕ್ಷತ್ರಗರ್ಭದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಪ್ರತಿ ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ೩೦ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ ಗ್ರಾಮುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ನಕ್ಷತ್ರಗರ್ಭದಲ್ಲಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆಂದರೆ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ತಮ್ಮ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳಲು ಅಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತವೆ. ಆಗ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೆಲ್ಲ ಸೇರಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಸಮುದ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತವೆ. ಮೊದಲಿದ್ದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಮುದ್ರ ಮತ್ತು ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಮುದ್ರಗಳೆರಡೂ ಅಂತರ್ಮಿಳಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿಯ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಮುದ್ರವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವೊಂದು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಸೇರಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವ ಕ್ರಿಯೆ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿ ಅದು ಪ್ರತಿ ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ

೩×೧೦^{೧೪} ಗ್ರಾಮುಗಳಷ್ಟಾದಾಗ ಒಮ್ಮಿಂದೊಮ್ಮೆಲೆ ಎಲ್ಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಅದೃಶ್ಯವಾಗಿ ಕೇವಲ ಕೆಲವೊಂದು ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಉಳಿದರೂ ಅವೂ ಕೂಡ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಲೀನವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಮುದ್ರ ವನ್ನು ಕೆಲವೊಂದು ಸಲ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ದ್ರವ (Neutron Fluid) ವೆಂದೂ ಕೂಡ ಹೇಳುವದುಂಟು.

ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಪ್ರತಿ ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ೩×೧೦^{೧೪} ಗ್ರಾಮುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ದ್ರವದಲ್ಲಿಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಹ್ರಸ್ವವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವು, ಆ ನಕ್ಷತ್ರವು ಕುಗ್ಗದಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಆಗ ಆ ದ್ರವದ ಪ್ರತಿರೋಧ ಶಕ್ತಿಯು ಉಕ್ಕಿನ ಪ್ರತಿರೋಧ ಶಕ್ತಿಯ ೧೦೨೨ ರಷ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ. ಈಗ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ದ್ರವವು ಗುರುತ್ವಬಲವನ್ನು ಸಮತೋಲನಗೊಳಿಸುವಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಹಂತವನ್ನು ತಲುಪಿದ ನಕ್ಷತ್ರವು ಪುನಃ ಕುಗ್ಗದೆ ತನ್ನ ಗಾತ್ರ ವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದೀಗ ಮಾತ್ರ ಇದು ನಿಜವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆ.

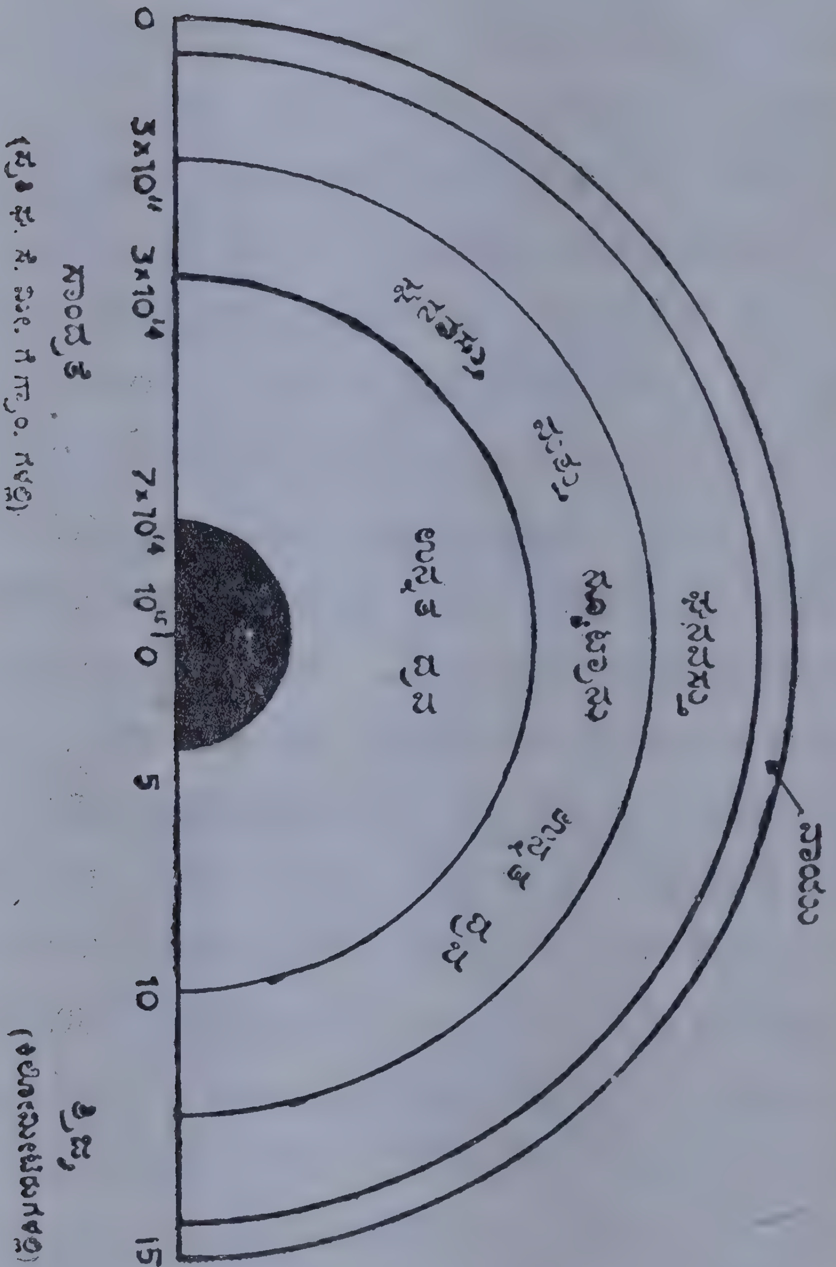
ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳ ಸ್ವರೂಪ

ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ಸಹಸ್ರ ಕಿಲೋಮೀಟರ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ತಾರೆಯು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ

ಗೊಂಡಾಗ ಅದರ ವ್ಯಾಸ ಕೇವಲ ಹತ್ತು ಕಿಲೋಮೀಟರು ಗಳಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯಾಗಿ ಬದಲಾದರೆ ಅದರ ವ್ಯಾಸ ೧೦೦ ಮೀಟರುಗಳಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಸೂರ್ಯಗೋಲವೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದರೆ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ಸದ್ಯದ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ೧,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦ ದಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಘನ ಇಂಚು ಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯು ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ಸಹಸ್ರ ಬಿಲಿಯನ್ ಟನ್ನು ತೂಗುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವು ಎಷ್ಟು ಸಂಕುಚಿತ ವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದರೆ ಇಡೀ ಭೂಗೋಲದ ಮೇಲಿನ ಜನರೆಲ್ಲರನ್ನು ಒಂದೇ ಒಂದು ನೀರಿನ ಹನಿಯಲ್ಲಿ ಅಡಗಿಸಿಟ್ಟದಕ್ಕೆ ಅದು ಸಮ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯಯ ಸಾಂದ್ರತೆ ಸಮರೂಪವಾಗಿ ರುವದಿಲ್ಲ. ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಗರ್ಭದೆಡೆಗೆ ಸಾಗಿದಂತೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕು ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳಷ್ಟು ದಪ್ಪವಾದ ಕವಚ **(Crust)** ವಿದ್ದು, ಅದರ ಒಳಬದಿಗೆ ತಾರೆಯ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಘಟಕವಸ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಸಮುದ್ರವಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಉನ್ನತದ್ರವ **(Super Fluid)** ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕವಚದಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಮೂರು ಭಾಗಗಳುಂಟು. ತೀರ ಹೊರಮೈಯಲ್ಲಿ ವಾಯುವಿನ ತೆಳುವಾದ ಆವರಣವಿದ್ದು ಅದು ಘನವಸ್ತುವಿಗೆ

ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ ೩ ನೋಡಿರಿ). ಬಳಿಕ ಅದಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವಂತೆ ಘನವಸ್ತು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ದ್ರವಗಳ ಮಿಶ್ರಣದಿಂದ ಕೂಡಿದ ಆವರಣ ವಿರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕ ನುಗುಣವಾಗಿ ಯಾವ ರೀತಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಚಿತ್ರ ೩. ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ತಾರೆಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಪ್ರತಿ ಘನ ಸೆಂಟಿಮೀಟರುಗಳಿಗೆ ೧೦^{೧೫} ಗ್ರಾಮುಗಳಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದರೆ, ಅವು ಬೇರಿಯಾನ್, ಮೆಸಾನ್ ಮುಂತಾದ ಬೇರೆ ವಿಧವಾದ ಮೂಲಕಣಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಮೂಲಕಣಗಳ ಆಯುಷ್ಯವು ತೀರ ಅಲ್ಪ. ಅಂದರೆ ಅವು ಕೇವಲ $\frac{೧}{೧,೦೦೦,೦೦೦}$ ಸೆಕಂಡಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಾಶವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಈ ಮೂಲಕಣಗಳು ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಬೇರಿಯಾನ್, ಮೆಸಾನ್, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಪ್ರೊಟಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಈ ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಮೂಲಕಣಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡು ಒಂದು ಬಗೆಯ ವಿಲಕ್ಷಣ ದ್ರವವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದಾದ ಸಂಭವನೀಯತೆಯನ್ನು ತರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೂ ಈ ತರ್ಕಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿಕೊಡುವ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ನಿದರ್ಶನಗಳಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಅಂಶಗಳಾಗಲೀ ಇನ್ನೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ ೨

ಸೂರ್ಯಗೋಲದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ೧½ ರಿಂದ ಮೊದಲು ಗೊಂಡು ಅದರ ಇಮ್ಮಡಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವ ಸಂಭವ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತರ್ಕಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧೦೦ ಬಿಲಿಯನ್ ತಾರೆಗಳು ಬರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಪೈಕಿ ೧೦೦ ಮಿಲಿಯನ್ ತಾರೆಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿವೆಯೆಂದು ಖಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯ ಗುರುತ್ವಬಲವು ಕೂಡ ಅತ್ಯಧಿಕ ವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಬಲಕ್ಕಿಂತ ನೂರು ಬಿಲಿಯನ್ ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳ ಮೇಲೆ ಪರ್ವತಗಳೇನಾದರೂ ಇದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ಎತ್ತರ ಕೆಲವೊಂದು ಸೆಂಟಿಮೀಟರುಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯುಂಟು. ಒಂದು ಸೆಂಟಿಮೀಟರ ಎತ್ತರವಿರುವ ಇಂತಹ ಪರ್ವತವನ್ನು ಹತ್ತಬೇಕಾದರೆ ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯ ತನ್ನ ನೂರು ಜನ್ಮಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾದರೂ ವ್ಯಯಿಸ ಬೇಕಾದೀತು !

ತಾರೆಗಳೇಕೆ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತವೆ ?

ಈ ತಾರೆಗಳು ಕ್ಲುಪ್ತಕಾಲಿಕವಾಗಿ ರೇಡಿಯೋ ಸಂಜ್ಞೆ ಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವದರಿಂದ ಆ ಸಂಜ್ಞೆಗಳುಂಟಾಗುವ ಬಗ್ಗೆ ಮೂರು ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ತರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ. (೧) ತಾರೆಯು

ನಿಯತಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಸರಣಾಕುಂಚನ ಹೊಂದುತ್ತಿರಬೇಕು. (೨) ಯಮಳ ತಾರೆಗಳಲ್ಲಿ (Double Star) ಒಂದನ್ನೊಂದು ನಿಶ್ಚಿತ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರಬೇಕು. (೩) ಕಡಿಮೆ ಕ್ಲುಪ್ತ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಆ ತಾರೆಯು ತನ್ನ ವೈಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತಿರಬೇಕು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಸಮರ್ಪಕವೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಅಂದರೆ ಪಲ್ಸಾರು ಪ್ರತಿ ಸುತ್ತಿಗೊಮ್ಮೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಚಿಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಎರಡು ರೇಡಿಯೋ ಸಂಜ್ಞೆಗಳ ನಡುವಿನ ಕಾಲ ಆ ತಾರೆಯು ತನ್ನ ವೈಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಸುತ್ತನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಸಮ. ಆದ್ದರಿಂದ ಎರಡು ಸ್ಪಂದನೆಗಳ ಮಧ್ಯಂತರ ಕಾಲವನ್ನು ಪಲ್ಸಾರಿನ ಆವರ್ತ ಕಾಲವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ವರೆಗೆ ಗುರುತಿಸಲಾದ ಪಲ್ಸಾರುಗಳ ಆವರ್ತಕಾಲ ೦.೨೫ ಸೆಕಂಡಿನಿಂದ ೧.೯ ಸೆಕಂಡುಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಅಂದರೆ ಪಲ್ಸಾರು ೦.೨೫ ಸೆಕೆಂಡಿನಿಂದ ಮೊದಲುಗೊಂಡು ೧.೯ ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ವರೆಗಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕ್ಲುಪ್ತ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ವೈ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಸುತ್ತನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಆದರೆ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಇಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ವೈಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಸುತ್ತನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯಬಗ್ಗೆ ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿಯಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿಯಾಗಲೀ ಯಾವ ಆಧಾರಗಳೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪಲ್ಸಾರುಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳೇ ಆಗಿರಬೇಕೆಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬರಲಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಗಳಿಂದಲೇ ಸ್ಪಂದನೆಗಳು ಬರುತ್ತವೆಂದು ನಿಶ್ಚಿತವಾದ ಬಳಿಕ, ಈ ಸ್ಪಂದನೆಗಳುಂಟಾಗುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಮೂವರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೂರು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದರು.

ಅಮೇರಿಕಾದ ಕಾರ್ನೆಲ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ 'ಗೋಲ್ಡ್' ಅವರು ಸೂಚಿಸಿದ ಮಾದರಿಯ ಮೇರೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರಖರವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿರಬೇಕು. ಯಾಕಂದರೆ ತಾರೆಯು ಕುಗ್ಗಿದಂತೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ೧೦^{೧೨} ಗಾಸ್‌ಗಳಷ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿರಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ಪ್ರಖರವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ತಾರೆಯಿಂದ ಹೊರಚಿಮ್ಮಿ ಬರುವ ವಾಯುವನ್ನು ಅಯಾನೀಕರಣಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಅಯಾನೀಕೃತ ವಾಯುವನ್ನು ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ* (Plasma) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಕೂಡ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯೊಂದಿಗೆ ಸುತ್ತಲು ಆರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಭ್ರಮಿಸುವ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಅದು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ತಾರೆಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಹೊರಸಿಡಿದು ಬರುತ್ತದೆ.

---

* ಇದರಲ್ಲಿ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ಅಯಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಮಾನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ವ್ಹಿ. ಎಲ್. ಗಿಂಝುಬರ್ಗ ಎಂಬ ರಶಿಯದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಇನ್ನೊಂದು ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಅದನ್ನು ಗಿಂಝುಬರ್ಗ ಮಾದರಿ ಎಂದೆನ್ನುವರು. ಅವನ ಮಾದರಿಯ ಮೇರೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯ ಎರಡೂ ಧ್ರುವ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ರೇಖೆಗಳ ಗುಂಟ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಕೂಡ ಹೊರಗೆ ಚಲಿಸಬೇಕು. ಅಸ್ಥಿರವಾದ ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಕಾಂತಿಯ ಬಲರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನೇ ಹೊರಚಿಮ್ಮುತ್ತದೆ.

ಎಫ್. ಪ್ಯಾಸಿನಿ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಇನ್ನೊಂದು ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಅವನ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಕಾರ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಭ್ರಮಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದಾಗ ಕಾಂತೀಯ ಬಲರೇಖೆಗಳು ತಾರೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುರುಳಿಯಾಗಿ ಸುತ್ತತೊಡಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ತಾರೆಯ ಸುತ್ತಲಿನ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಜೊತೆಗೆ, ಅಷ್ಟೇ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವಿರುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡೂ ಸೇರಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ವಿಕಿರಣ ಒತ್ತಡ (Radaition Pressure) ಅಧಿಕವಾಗಿರುವದರಿಂದ ಇವು ತಾರೆಯನ್ನೇ ಕುಗ್ಗಿಸಿ ಹೊರ-ಬರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಒತ್ತಡ ತರಂಗಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಒತ್ತಡ ತರಂಗಗಳು ತಾರೆಯ ಸುತ್ತಲಿನ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹಾಯ್ದು ಬರುವಾಗ ಆಘಾತದ ತರಂಗಗಳಾಗಿ

ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ, ಆ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತಾರೆಯ ಸುತ್ತಲಿನ ಅಯಾನೀಕೃತ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ತೂರಿಬರುವಾಗ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರಬೇಕೆಂದು ಪ್ಯಾಸಿನಿ ಊಹಿಸಿದನು.

ನಾವು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಂತೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯಲ್ಲಿ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವು, ಅದು ಪುನಃ ಕುಗ್ಗದಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತದಷ್ಟೇ. ಆದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯು ರೂಪುಗೊಂಡು ಅನೇಕ ಸಹಸ್ರ ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ, ಅದರ ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಗುರುತ್ವ ಬಲದ ಒತ್ತಡದಿಂದ ತಾರೆಯು ಕುಗ್ಗುವದನ್ನು ತಡೆಯುವಲ್ಲಿ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ನೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯು ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರ (Black hole) ವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡು ಹೊಂದುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚು.

ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರ (Black Hole)

ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಗುರುತ್ವ ಕುಸಿತವುಂ (Gravitational Collapse) ಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ನೂಟ್ರಾನು ತಾರೆಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ನಿಖರವಾಗಿ ಸೌರದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ೧.೨ ದಷ್ಟೇ ಇರಬೇಕೆಂಬ ನಿರ್ಬಂಧವೇನಿಲ್ಲ. ಕೆಲವೊಂದು ಸಲ ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು, ಸೌರದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಐದು ಅಥವಾ ಹತ್ತು

ಪಟ್ಟಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿಗಿದ್ದರೂ, ಅದರ ಉಷ್ಣತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಧಿಕವಿದ್ದರೆ ಅಂತಹ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ತಾರೆ ಕುಸಿಯಲಾರದು. ಆದರೆ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ತಂಪಿಗೊಳಪಟ್ಟರೆ ಅದು ತಂತಾನೇ ಕುಸಿಯಲು ಆರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಕುಸಿತದಿಂದ ತಾರೆಯ ಅಂತರ್ಯದ ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುವು ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಸಾವಕಾಶವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದರೂ, ನಂತರದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಕೆಲವೇಳೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಆ ವಸ್ತುವು ತಿರುಳಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಕೋಚನಹೊಂದಿ, ಅದನ್ನು ಸಂಕೋಚನಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ತಿರುಳಿನ ವೇಗ, ತಾರೆಯ ಕವಚದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿಗಿರುತ್ತದೆ. ತಾರೆಯು ಇಂತಹ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಎರಡು ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳುಂಟಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಒಂದನೆಯದಾಗಿ, ತಿರುಳಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಒಳಕುಸಿತದ (Implosion) ಗತಿಶಕ್ತಿ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದರೆ; ಗುರುತ್ವ ಬಲವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ತಾರೆಯು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕುಸಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಕುಸಿದ ತಾರೆಯನ್ನೇ " ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರ " ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ತಾರೆಯು ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟು ಹೊಂದಿದಾಗ ಅದು ಕಪ್ಪಾಗಿ ತೋರುವದಲ್ಲದೆ, ಅದರಿಂದ ತೀರ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಬೆಳಕೂ ಹೊರಬರಲಾರದು. ಅದರೆಡೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ

ಕಿರಣವನ್ನೆಸೆದಾಗ ಆ ಕಿರಣವೂ ಕೂಡ ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರದಲ್ಲಿ ಲೀನವಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಅದರೆಡೆಗೆ ಎಸೆಯಲಾದ ಕಣ, ಗಜ ಕಡ್ಡಿಗಳೂ ಕೂಡ ಅದರಲ್ಲಿ ಲೀನವಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರ ! ಈ ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರಗಳ ಅಸ್ತಿ-ತ್ವದ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ೧೯೩೯ ರಲ್ಲಿಯೇ ಓಪನ್ ಹೀಮರ್ ಮತ್ತು ಸ್ನೈಡರ್ ಊಹಿಸಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಇಂದಿನ ವರೆಗೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದಾದ ಉಪಕರಣಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿಲ್ಲ. ೧೯೩೪ ರಲ್ಲಿ ಎಫ್. ಝ್ವಿಕಿ ಪಲ್ಸಾರುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಊಹಿಸಿದ ೩೪ ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಅಂದರೆ ೧೯೬೮ ರಲ್ಲಿ ಎಂಟೋನಿ ಹೆವಿಷ್ ಅವುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಅಂತೆಯೇ ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನೂ ಕೂಡ ೩೪ ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಅಂದರೆ (೧೯೭೩) ಇದೇ ವರ್ಷ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಲ್ಲು ಸಾಧ್ಯವಾದೀತೆ?

ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಅಂದರೆ ೧೯೭೨ರ ನವ್ಹಂಬರ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯು (Tata Institute of Fundamental Research) ಖಗೋಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಉದಕಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ರೇಡಿಯೋದೂರ-ದರ್ಶಕದಿಂದ ಎರಡು ಹೊಸ ಪಲ್ಸಾರುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವುಗಳ ಸಂಕೇತನಾಮ 'OP (Ootakamund Pulsar) 1914 plus 13' ಹಾಗೂ ' OP 1945 minus 01.' ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಭ್ರಮಣಕಾಲ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ೧೯೪.೬

ಹಾಗೂ ೬೫೫.೪ ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡುಗಳು. ಇವೆರಡೂ ಪಲ್ಸಾರು-ಗಳು ನಮ್ಮ ತಾರಾಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಡಿ. ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್‌ರ ಪುತ್ರ ಡಾ. ವ್ಹಿ. ರಾಧಾಕೃಷ್ಣನ್ ಪಲ್ಸಾರುಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆಂಬುದನ್ನು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬೇಕು.

ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಮಿನುಗುವ ಪಲ್ಸಾರೊಂದು ಪತ್ತೆಯಾಗಿದೆ. ಅಮೇರಿಕದ ಅರಿಝೋನಾದ ಸ್ಟುವರ್ಡ ವೇಧಶಾಲೆಯ ಜಾನ್ ಕಾಕ್, ಮೈಕೆಲ್ ಡಿಸ್ನಿ ಮತ್ತು ಡೋನಾಲ್ಡ ಟೇಲರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ೧೯೬೯ ರ ಜನವರಿ ೧೫ ಮತ್ತು ೧೬ ರಂದು ನಳ್ಳಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘದಲ್ಲಿನ (Crab nebula) ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಕಡೆಗೆ ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವ NP 0532 ಎಂಬ ಪಲ್ಸಾರಿಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದ ತಾರೆಯೊಂದು ೩೩.೦೯೫ ಮಿಲಿ ಸೆಕಂಡುಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಬೆಳಕು ಸೂಸುತ್ತಿರುವದನ್ನು ಕಂಡರು. ತಟ್ಟನೆ ಅದು ಬೆಳಕು ಸೂಸುವಾಗ ಅದರ ಪ್ರಕಾಶವು ಹತ್ತು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗುವದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಈ ನಕ್ಷತ್ರದ ಮಿನುಗಿನ ಆವರ್ತನ ಕಾಲವೂ NP0532 ಪಲ್ಸಾರಿನ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳ ಆವರ್ತನಕಾಲವೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವದರಿಂದ ಮತ್ತು ಅವೆರಡರ ಸ್ಥಾನಗಳ ನಡುವೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂತರ ಕಾಣಿಸುವದಕ್ಕೆ ಸ್ಥಾನನಿರ್ಣಯ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ದೋಷವೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಹೇಳಲು ಆಧಾರವಿರುವದರಿಂದ, ಮಿನುಗುತ್ತಿರುವ ಕಾಯ ಆ ಪಲ್ಸಾರ್ ಅಲ್ಲದೆ ಬೇರೆಯಲ್ಲ

ವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಪಲ್ಸಾರುಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುವ ರೋಹಿತದಿಂದ ಅವುಗಳ ನೈಜ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರವಾದ ಮಾಹಿತಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಯಬೇಕಾಗಿವೆ.

ಗ್ರಂಥಋಣ

1. *Nature*— February 1968.
2. *Scientific American*—January, 1971
3. *Scientific American*—October, 1968
4. *Endeavour*— May, 1969.
5. *Scientific American*—February, 19
6. *Scientific American*—April, 1971.
7. *Science Journal*—August, 1969.
8. *Scientific American*–December, 19
9. *Physics Today*—January 1971.

ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆಯ ಇತ್ತೀಚಿನ ಪ್ರಕಟನೆಗಳು

ಬೆಲೆ : ಪ್ರತಿ ಒಂದಕ್ಕೆ ೨೫ ಪೈಸೆ

೧. ರವೀಂದ್ರರ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ತತ್ವಜ್ಞಾನ —ಅನಂತ ಕುಲಕರ್ಣಿ

೨. ಷೇಕ್ಸಪಿಯರನ ನಾಟಕಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾಜಿಕ ಪ್ರಜ್ಞೆ —ವ್ಹಿ. ಕೆ. ನವಲಗುಂದ

೩. ಗುಹ್ಯರೋಗಗಳು —ಎಸ್. ಜಿ. ನಾಗಲೋಟಿಮಠ

೪. ನಾರುಹುಣ್ಣು —ಎಸ್. ಎಸ್. ನರಸಣಗಿ

೫. ಕೈಮಗ್ಗದ ಉದ್ದಿಮೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ —ವ್ಹಿ. ಬಿ. ಅಂಗಡಿ

೬. ಬಣ್ಣಗಳು ಮತ್ತು ಬಣ್ಣಹಾಕುವ ಕಲೆ —ಜಿ. ಎ. ಕಲ್ಲೂರ

೭. ಭಾರತದ ಆದಿವಾಸಿಗಳು —ಸಿ. ಆರ್. ಮುದಭಾವಿ

೮. ಬಾನುಲಿ ಬರೆವಣಿಗೆ —ಎನ್. ಕೆ. ಕುಲಕರ್ಣಿ

೯. ಪಾಣಿನಿ —ಕೆ. ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ

೧೦. ಎಡೆದೊರೆ ನಾಡಿನ ಅನುಭಾವಿ ಕವಿಗಳು —ಶಾಂತರಸ

೧೧. ಕನ್ನಡ–ಕೊಂಕಣಿ ಜನಪದ ಸಾಹಿತ್ಯ —ಎಲ್. ವ್ಹಿ. ಪೈ

೧೨. ಕರ್ನಾಟಕ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯ ವಿಶ್ವರೂಪ —ವ್ಹಿ. ಜಿ. ಮೊರೀಹಾಳ

ವ್ಯಾಸಂಗ ವಿಸ್ತರಣ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಟನ ವಿಭಾಗ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ-೩